



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 24 039 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 01 R 31/303
H 03 J 5/00
H 03 L 7/095

②① Aktenzeichen: 199 24 039.6
②② Anmeldetag: 26. 5. 99
④③ Offenlegungstag: 2. 12. 99

③⑩ Unionspriorität:
144849/98 26. 05. 98 JP

⑦① Anmelder:
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma,
Osaka, JP

⑦④ Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 81679
München

⑦② Erfinder:
Ninomiya, Shuichi, Hirakata, Osaka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Empfänger, der einen optimalen spannungsgesteuerten Oszillator auswählen kann

⑤⑦ Ein Empfangssteuerabschnitt aktiviert jeden VCO₁ bis VCO₃ und stellt dann ein Referenzteilungsverhältnis in dem programmierbaren Teiler ein. Wenn jeder der VCO₁ bis VCO₃ aktiv ist, bestimmt der Empfangssteuerabschnitt, ob die PLL-Schaltung einrastet auf der Basis eines Signals, das während dieser Zeit eingegeben wird. Auf der Basis des Bestimmungsergebnisses erzeugt der Empfangssteuerabschnitt Musterdaten in einer ersten Tabelle. Eine zweite Tabelle wird zuvor im Speicher gespeichert. In die zweite Tabelle wird ein optimaler VCO für jedes Muster eingetragen. Der Empfangssteuerabschnitt bestimmt den optimalen VCO entsprechend den erzeugten Musterdaten unter Bezugnahme auf die zweite Tabelle. Dies erlaubt es dem Empfänger, bei höchster Geschwindigkeit einen VCO optimal auszuwählen.

DE 199 24 039 A 1

DE 199 24 039 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Empfänger, insbesondere auf einen Empfänger zum Abwärtsmischen eines über eine Antenne eingegebenen Signals und dann Demodulieren des gewandelten Signals.

Üblicherweise treten Fälle auf, in welchen ein Empfänger ein Signal S, das von außen eingegeben wird, in ein Signal mit einem Zwischenfrequenzband (nachfolgend als IF-Band bezeichnet) abwärts mischt. Abwärtsmischung kann realisiert werden durch Mischen des eingegebenen Signals S (Frequenz f_s) mit einer lokalen Oszillationsausgabe V_0 (Frequenz f_0) in einem Mischer innerhalb des Empfängers.

Die lokale Oszillationsausgabe V_0 wird üblicherweise durch einen spannungsgesteuerten Oszillator (nachfolgend als VCO bezeichnet) erzeugt, der einen Schaltungsaufbau wie in Fig. 11 gezeigt aufweist. Der VCO der Fig. 11 besteht aus diskreten Komponenten, weist einen Oberflächen-Akustikwellen-(SAW)-Resonator 111, eine variable Kapazitätsdiode 112 und weitere Komponenten auf. Es sei darauf hingewiesen, daß Fig. 11 auch ein Ersatzschaltbild des SAW-Resonators 111 zeigt. Die variable Kapazitätsdiode 112 ist parallel mit dem SAW-Resonator 111 verbunden. Mit der eingestellten Kapazität der variablen Kapazitätsdiode 112 und weiter mit einer vorbestimmten Steuerspannung V_C , die dem VCO zugeführt wird, erzeugt der VCO eine lokale Oszillationsausgabe V_0 mit einer variablen Frequenz.

Der SAW-Resonator 111 ist teuer und groß und seine peripheren Schaltungen bestehen aus diskreten Komponenten. Es ist daher schwierig, den VCO großemäßig zu reduzieren und ihn bei niedrigen Kosten zu konstruieren, und darüber hinaus ist Know-How zum Aufbau dieser Komponenten erforderlich. Vor diesem Hintergrund ist es dazu gekommen, daß der VCO in einer integrierten Schaltung gebildet wurde. Fig. 12 zeigt ein Schaltbild eines VCO, der aus einer integrierten Schaltung besteht. Verglichen mit dem VCO der Fig. 11 unterscheidet sich der VCO der Fig. 12 darin, daß er die Form einer integrierten Schaltung annimmt und daß ein LC-Oszillator 121 den SAW-Resonator 111 ersetzt.

Angenommen, eine große Anzahl von ICs, welche die VCOs der Fig. 12 enthalten, würden unter bestimmten Bedingungen hergestellt. Für jeden der VCOs wird eine Kennlinie der Frequenz f_0 der lokalen Oszillationsausgabe V_0 mit Bezug auf die Steuerspannung V_C (nachfolgend als f_0 -zu- V_C -Kennlinie) gemessen. Die f_0 -zu- V_C -Kennlinie hat einen linearen Bereich und einen Sättigungsbereich. Des weiteren streut die f_0 -zu- V_C -Kennlinie mit einer konstanten Abweichung von einem Entwurfsziel der VCOs (siehe Doppelpfeil in Fig. 13). Eine derartige Streuung wird nachfolgend als Fertigungsstreuung bezeichnet. Aufgrund dieser Fertigungsstreuung liegt der Sättigungsbereich der f_0 -zu- V_C -Kennlinie innerhalb eines Empfangsbandes B in manchen Fällen. Folglich ist der Empfänger nicht in der Lage, das eingegebene Signal S korrekt abwärts zu mischen. Es ist daher ein Idealfall, daß jeder unter denselben Bedingungen gefertigte VCO keine Fertigungsstreuung aufweist, was jedoch in der Realität schwierig zu erreichen ist. Das Empfangsband B ist ein Frequenzband, das der Empfänger, der die VCOs aufweist, zu empfangen hat und mit dem auch das obige Signal S gesandt wird.

Aus diesem Grund wurde das folgende Verfahren betrachtet. Eine Anzahl von VCOs mit verschiedenen f_0 -zu- V_C -Kennlinien zueinander werden auf einem IC integriert. Wenn die Steuerspannung V_C desselben Niveaus angelegt wird, erzeugen die Anzahl von VCOs die lokale Oszillationsausgabe V_0 mit unterschiedlicher Frequenz f_0 . Ein VCO-Steuerabschnitt ist in der Peripherie eines jeden der VCOs platziert. Der VCO-Steuerabschnitt muß einen VCO

auswählen, dessen f_0 -zu- V_C -Kennlinie zuverlässig das Empfangsband B überdeckt, unter der Anzahl der VCOs. Des weiteren wird dieser Auswahlprozeß mit hoher Geschwindigkeit ausgeführt.

5 Daher ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Empfänger zum Auswählen eines geeigneten VCO mit hoher Geschwindigkeit zu schaffen. Dieses Ziel wird durch die folgenden Aspekte erreicht. Des weiteren hat jeder Aspekt einzigartige technische Effekte, wie nachfolgend beschrieben wird.

10 Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung ist gerichtet auf einen Empfänger zum Unterziehen eines über eine Antenne eingegebenen Signals einer Abwärtsmischung und dann Demodulieren des gewandelten Signals, aufweisend: eine Anzahl von spannungsgesteuerten Oszillatoren (im folgenden als VCO bezeichnet), wobei jeder mit einer gemeinsamen Steuerspannung versorgt ist und eine lokale Oszillationsausgabe mit einer unterschiedlichen Frequenz gemäß der Steuerspannung erzeugt;

20 eine PLL-Schaltung zum Erzeugen der Steuerspannung auf der Basis der lokalen Oszillationsausgabe, die von jedem der VCOs zurückgeführt wird und eines Referenzsignals mit einer Referenzfrequenz;

einen Mischer zum Mischen von Frequenzen des über die Antenne eingegebenen Signals und der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs und zum Durchführen der Abwärtsmischung; und

25 einen VCO-Steuerabschnitt zum Testen jedes der VCOs in einem vorher auszuführenden Testmodus und zum Steuern des Schaltens der VCOs in einen Empfangsmodus des Empfangens des über die Antenne eingegebenen Signals; wobei in dem Testmodus der VCO-Steuerabschnitt detektiert, ob die PLL-Schaltung einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs unter sequen-

30 tiellem Schalten und Aktivieren der VCOs, und Bestimmen eines geeigneten VCO auf der Basis eines detektierten Ergebnisses; und wobei in dem Empfangsmodus der VCO-Steuerabschnitt den in dem Testmodus bestimmten VCO selektiv aktiviert und eine lokale Oszillationsausgabe des VCO für den Mischer bereitstellt.

In dem ersten Aspekt wird in dem Testmodus der geeignete VCO zur Verwendung in dem Empfangsmodus ausgewählt. In diesem Testmodus schaltet und aktiviert der VCO-Steuerabschnitt die VCOs sequentiell, um einen optimalen VCO auf der Basis des detektierten Ergebnisses zu bestimmen, im Hinblick darauf, ob die PLL-Schaltung einrastet, unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von jedem VCO. Daher führt im Empfangsmodus der Mischer Abwärtsmischung durch unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von dem VCO, mit welchem die PLL-Schaltung zuverlässig einrastet. Dies erlaubt es dem Empfänger gemäß dem ersten Aspekt, einen geeigneten VCO für die obige Abwärtsmischung auszuwählen.

55 Gemäß einem zweiten Aspekt in dem ersten Aspekt hält der VCO-Steuerabschnitt das detektierte Ergebnis in einer ersten Tabelle als Musterdaten, nimmt Bezug auf eine zweite Tabelle, in welcher der geeignete VCO für jedes angenommene Muster eingetragen ist, und bestimmt den geeigneten VCO entsprechend den Musterdaten, die in der ersten Tabelle gehalten werden.

60 Gemäß dem zweiten Aspekt bestimmt der VCO-Steuerabschnitt den optimalen VCO entsprechend den in der ersten Tabelle gespeicherten Musterdaten unter Bezugnahme auf die zweite Tabelle. Zuvor eingetragen in die zweite Tabelle sind angenommene Muster und deren entsprechende optimale VCOs. Dies erlaubt es dem Empfänger gemäß dem zweiten Aspekt, den optimalen VCO entsprechend dem de-

tektierten Ergebnis auszuwählen.

Gemäß einem dritten Aspekt ist im ersten Aspekt die zweite Tabelle konfiguriert auf der Basis von Fertigungsstreuung der VCOs.

Gemäß dem dritten Aspekt ist die zweite Tabelle konfiguriert auf der Basis der obigen Fertigungsstreuung. Dies erlaubt es dem Empfänger gemäß dem dritten Aspekt, den optimalen VCO ohne Rücksicht auf Fertigungsstreuung der VCOs auszuwählen.

Gemäß einem vierten Aspekt weist im ersten Aspekt die PLL-Schaltung einen programmierbaren Teiler zum Teilen der zurückgeführten lokalen Oszillationsausgabe unter Verwendung eines vorbestimmten Teilungsverhältnisses, das durch den VCO-Abschnitt eingestellt wird, auf und erzeugt eine Steuerspannung auf der Basis einer lokalen Oszillationsausgabe, die durch den programmierbaren Teiler geteilt wird, und das Referenzsignal; und in dem Testmodus stellt der VCO-Steuerabschnitt ein Referenzteilungsverhältnis ein, mit welchem jeder der VCOs eine lokale Oszillationsausgabe erzeugen kann, die eine Frequenz innerhalb eines Bandes aufweist, in welchem das eingegebene Signal enthalten ist, als das vorbestimmte Teilungsverhältnis.

Gemäß dem vierten Aspekt ist es, weil das Referenzteilungsverhältnis, wie oben beschrieben, in dem programmierbaren Teiler eingestellt wird, möglich, die PLL-Schaltung einrastet zu lassen gemäß dem eingegebenen Signal.

Gemäß einem fünften Aspekt ist in dem vierten Aspekt das Referenzteilungsverhältnis ein Teilungsverhältnis, mit welchem jeder der VCOs eine lokale Oszillationsausgabe mit einer Mittenfrequenz des Bandes erzeugen kann.

Wie von Obigem klar ist, wird das Referenzteilungsverhältnis eingestellt auf der Basis einer Mittenfrequenz des oberen Bandes, das heißt, ein Mittelwert, und die PLL-Schaltung kann somit mit der höchsten Schnelligkeit einrasten. Dies ermöglicht es dem Empfänger, den Testmodus in kürzester Zeit auszuführen.

Gemäß einem sechsten Aspekt speichert in dem ersten Aspekt der VCO-Steuerabschnitt Information des in dem letzten Mal ausgeführten Testmodus bestimmten VCO; und wenn der Testmodus wieder ausgeführt wird, testet der VCO-Steuerabschnitt die gespeicherte Information des VCO zunächst und entscheidet wieder, daß der VCO ein optimaler VCO ist, wenn die PLL-Schaltung einrastet, unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von dem VCO.

Gemäß dem sechsten Aspekt, wenn wieder entschieden ist, daß der zunächst getestete VCO zur Zeit des Wiederausführens des Testmodus der optimale ist, vollzieht der VCO-Steuerabschnitt einen Übergang in den Empfangsmodus. Dies vermag die Zeit für einen Übergang von dem Testmodus in den Empfangsmodus zu reduzieren.

Gemäß einem siebten Aspekt sind in dem ersten Aspekt die PLL-Schaltung und jeder der VCOs in ein und derselben integrierten Schaltung integriert.

Gemäß dem siebten Aspekt erlaubt die obige Integration in eine Schaltung eine Reduzierung hinsichtlich Größe und Kosten des Empfängers. Des weiteren, im Gegensatz zum Fall, wenn diskrete Komponenten verwendet werden, ist Know-How hinsichtlich des Montierens der Komponenten zum Fertigen des Empfängers nicht erforderlich.

Ein achter Aspekt bezieht sich auf einen Empfänger zum Unterziehen eines über eine Antenne eingegebenen Signals einer Abwärtsmischung und dann Demodulieren des gewandelten Signals, aufweisend:

eine Anzahl von spannungsgesteuerten Oszillatoren (im folgenden als VCO bezeichnet), wobei jeder mit einer gemeinsamen Steuerspannung versorgt ist und eine lokale Oszilla-

tionsausgabe mit einer unterschiedlichen Frequenz gemäß der Steuerspannung erzeugt;

eine PLL-Schaltung zum Erzeugen der Steuerspannung auf der Basis der lokalen Oszillationsausgabe, die von jedem der VCOs zurückgeführt wird und eines Referenzsignals mit einer Referenzfrequenz;

einen Mischer zum Mischen von Frequenzen des über die Antenne eingegebenen Signals und der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs und zum Durchführen der Abwärtsmischung; und

einen VCO-Steuerabschnitt zum Testen jedes der VCOs in einem vorher auszuführenden Testmodus und zum Steuern des Schaltens der VCOs in einen Empfangsmodus des Empfangens des über die Antenne eingegebenen Signals;

wobei in dem Testmodus der VCO-Steuerabschnitt detektiert, ob die PLL-Schaltung einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs unter sequentiell Schalten und Aktivieren der VCOs, und wenn ein Wert der durch die PLL-Schaltung erzeugten Steuerspannung innerhalb eines vorbestimmten Bereichs ist, einen der VCOs, der mit der Steuerspannung versehen ist, als einen geeigneten VCO bestimmt; und

wobei in dem Empfangsmodus der VCO-Steuerabschnitt den in dem Testmodus bestimmten VCO selektiv aktiviert und eine lokale Oszillationsausgabe des VCO für den Mischer bereitstellt.

Im achten Aspekt wird in dem Testmodus der optimale VCO ausgewählt zur Verwendung in dem Empfangsmodus. In diesem Testmodus schaltet und aktiviert der VCO-Steuerabschnitt die VCOs sequentiell, um einen optimalen VCO auf der Basis des Detektionsergebnisses zu bestimmen, im Hinblick darauf, ob die PLL-Schaltung einrastet, unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von jedem VCO und basierend darauf, ob der Steuerspannungswert, welchen die PLL-Schaltung unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe erzeugt, innerhalb eines vorbestimmten Bereichs ist. Auf Detektieren des VCO, der diese beiden Bedingungen erfüllt, entscheidet der VCO-Steuerabschnitt, daß dieser VCO der optimale ist. Daher aktiviert in einigen Fällen der VCO-Steuerabschnitt nicht alle VCOs. Dies erlaubt es dem Empfänger gemäß dem achten Aspekt, den Testmodus mit höherer Geschwindigkeit auszuführen als der Empfänger gemäß dem ersten Aspekt und einen Übergang in den Empfangsmodus zu vollziehen. Des weiteren führt in dem Empfangsmodus der Mischer Abwärtsmischung durch unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von dem VCO, mit welchem die PLL-Schaltung zuverlässig einrastet. Dies erlaubt es dem Empfänger gemäß dem achten Aspekt, einen geeigneten VCO für die obige Abwärtsmischung aus der Anzahl von VCOs auszuwählen.

Gemäß einem neunten Aspekt in dem achten Aspekt weist der vorbestimmte Bereich nur einen Wert der Steuerspannung auf, welcher bereitgestellt wird, wenn jeder der VCOs eine lokale Oszillationsausgabe erzeugt, die eine gleiche Frequenz hat.

Gemäß dem neunten Aspekt bestimmt der Steuerabschnitt einen optimalen VCO auf der Basis des obigen vorbestimmten Bereichs, und daher kann nur der optimale VCO ausgewählt sein.

Gemäß einem zehnten Aspekt weist in dem achten Aspekt die PLL-Schaltung einen programmierbaren Teiler zum Teilen der zurückgeführten lokalen Oszillationsausgabe unter Verwendung eines vorbestimmten Teilungsverhältnisses auf, das durch den VCO-Steuerabschnitt eingestellt wird, und erzeugt eine Steuerspannung auf der Basis einer lokalen Oszillationsausgabe, die durch den programmierbaren Teiler geteilt wird, und das Referenzsignal; und in dem Testmodus stellt der VCO-Steuerabschnitt ein Referenz-

weist.

Gemäß einem zwölften Aspekt speichert in dem achten Aspekt der VCO-Steuerabschnitt Information des zuvor in dem letzten Mal ausgeführten Testmodus bestimmten VCO; und

wenn der Testmodus wieder ausgeführt wird, testet der VCO-Steuerabschnitt zunächst die gespeicherte Information des VCO und entscheidet wieder, daß der VCO ein optimaler VCO ist, wenn die PLL-Schaltung einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von dem VCO.

Gemäß einem dreizehnten Aspekt sind in dem achten Aspekt die PLL-Schaltung und jeder der VCOs in ein und derselben Schaltung integriert.

Diese und andere Ziele, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden herausgestellt durch die folgende detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Figuren, in denen

Fig. 1 das Blockschaltbild eines Empfängers gemäß dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 Frequenz- f_0 -zu-Steuerspannung- V_C -Kennlinien von VCO₁ bis VCO₃ zeigt;

Fig. 3 ein Flußdiagramm ist, welches die Prozedur eines Testmodus des ersten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 4 eine erste Tabelle TA_S und eine zweite Tabelle TA_R zeigt;

die **Fig. 5a', 5b, 5b', 5c und 5c'** Diagramme sind zum Beschreiben der Relation zwischen den f_0 -zu- V_C -Kennlinien der VCO₁ bis VCO₃ und der ersten und zweiten Tabellen TA_S und TA_R;

Fig. 6 ein Flußdiagramm ist, welches die Prozedur eines Testmodus des zweiten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 7a und 7b Diagramme zum Beschreiben von V_{CA} und V_{CB} im zweiten Ausführungsbeispiel sind;

Fig. 8 ein Flußdiagramm ist, welches die Prozedur eines Testmodus des dritten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 9 ein Diagramm ist zum Beschreiben von n_{OPT} , gespeichert in Speicher 32 des dritten Ausführungsbeispiels;

Fig. 10 ein Flußdiagramm ist, welches die Prozedur eines Testmodus des vierten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 11 ein Beispiel der Struktur eines herkömmlichen VCO mit einem SAW-Resonator zeigt;

Fig. 12 ein Beispiel der Struktur eines anderen herkömmlichen VCO mit einem LC-Resonator zeigt; und

Fig. 13 f_0 -zu- V_C -Kennlinien der VCOs der **Fig. 12** zeigt.

Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, das den Aufbau eines Empfängers gemäß dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. In **Fig. 1** weist der Empfänger auf: eine Anzahl (drei in **Fig. 1**) von VCOs, VCO₁ bis VCO₃, die zu steuern sind, eine Phasenregelkreis-(PLL)-Schaltung 2, einen Mikrocomputer 3, einen VCO-Schaltungskreis 4, einen Pufferverstärker 5, eine Antenne 6, einen RF-Verstärker 7 und einen Mischer 8. Vorzugsweise sind die VCO₁ bis VCO₃, die PLL-Schaltung 2, der VCO-Schaltungskreis 4, der Pufferverstärker 5, der RF-Verstärker 7 und der Mischer 8 innerhalb einer integrierten Schaltung integriert.

Die PLL-Schaltung 2 weist auf: einen programmierbaren Teiler 21, einen Referenzfrequenzoszillator 22, einen Pha-

kale Achse die Frequenz f_0 der lokalen Oszillationsausgabe dar und die horizontale Achse stellt die Steuerspannung V_C dar.

Ein Empfangsband B ist ein Empfangsfrequenzband des Empfängers und auch ein Empfangsband, innerhalb dessen ein Signal S, das von außen zum Empfänger übertragen wird, enthalten ist. Genauer gesagt, wenn das Signal S innerhalb eines L-Bandes (1,45 bis 1,49 [GHz]) beispielsweise ist, liegt das Empfangsband B innerhalb ungefähr 1,45 bis 1,49 [GHz]. Eine Mittenfrequenz F_{VC} ist eine Mitte des Empfangsbandes B. Eine minimale Frequenz F_{VMIN} ist eine minimale Frequenz des Empfangsbandes B, während eine maximale Frequenz F_{VMAX} seine maximale Frequenz ist. Unter derartigen Bedingungen sind die VCO₁ bis VCO₃ unter einem Entwurfsziel, wie weiter unten beschrieben, entworfen.

Der VCO₁ ist so entworfen, daß er eine lokale Oszillationsausgabe V_{O2} mit einer Mittenfrequenz F_{VC} erzeugt, wenn eine Steuerspannung V_{CC} von der PLL-Schaltung 2 angelegt wird. Der VCO₁ ist auch so entworfen, daß er eine lokale Oszillationsausgabe V_{O2} mit der minimalen Frequenz F_{VMIN} und der maximalen Frequenz F_{VMAX} erzeugt, wenn jeweils Steuerspannungen V_{C1} bzw. V_{C2} angelegt werden. Des weiteren, bei Betrachtung von Fertigungsstreuung, ist der VCO₁ so entworfen, daß sein lokales Oszillationsfrequenzband ungefähr nicht weniger als zweimal so breit ist wie das Empfangsband B. Das Oszillationsfrequenzband des VCO₁ ist vorzugsweise im Bereich von $F_{VC}-B$ bis $F_{VC}+B$. Der VCO₁ ist so entworfen, daß er die lokale Oszillationsausgabe V_{O2} mit einer Mittenfrequenz F_{VC} B erzeugt, wenn eine Steuerspannung V_{C1} angelegt wird, und mit einer Mittenfrequenz $F_{VC}+B$, wenn eine Steuerspannung V_{C2} jeweils angelegt wird. Daher wird die f_0 -zu- V_C -Kennlinie des VCO₁ so wie durch die Ein-Punkt-Kettenlinie in **Fig. 2** gezeigt. Die f_0 -zu- V_C -Kennlinie ist von linearer Form innerhalb des Oszillationsfrequenzbandes des VCO₁, wohingegen nicht linear (oder in den Sättigungsbereichen) außerhalb dieses Bandes.

Der VCO₁ und der VCO₃ sind entworfen mit Bezug auf die f_0 -zu- V_C -Kennlinie des VCO₂. Genauer gesagt, wie in **Fig. 2** gezeigt, wenn das obige Signal S von dem L-Band (oben beschrieben) ist, sind der VCO₁ und der VCO₃ so entworfen, daß ihre f_0 -zu- V_C -Kennlinie um etwa B/2 in Richtung der Niedrigfrequenz-Seite bzw. in Richtung der Hochfrequenz-Seite verschoben sind, im Vergleich zu der f_0 -zu- V_C -Kennlinie des VCO₂. Die f_0 -zu- V_C -Kennlinien des VCO₁ und des VCO₃ sind durch eine gepunktete Linie bzw. eine Zwei-Punkt-Kettenlinie in **Fig. 2** gezeigt. Jede dieser f_0 -zu- V_C -Kennlinien hat auch einen linearen Bereich und einen Sättigungsbereich. Der VCO₁ und der VCO₃ sind wie oben beschrieben entworfen.

Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** kann gesehen werden, daß jeder der VCO₁ bis VCO₃ mit unterschiedlichen Frequenzen f_{V01} bis f_{V03} jeweils schwingt, wenn die Steuerspannung V_C konstant ist innerhalb des Bereichs von $V_{CMIN} < V_C < V_{CMAX}$.

Die f_0 -zu- V_C -Kennlinien können als ganze in Pfeilrichtung A oder B mit Bezug auf das obige Entwurfsziel aufgrund von Fertigungsstreuung verschoben sein.

Des weiteren ist jeder VCO mit einer VCO-Nummer versehen. Diese VCO-Nummer wird einmalig im voraus für jede der Anzahl von VCOs bereitgestellt, um jeden VCO zu identifizieren. In dieser Beschreibung sind der VCO₁ bis zu dem VCO₃ mit VCO-Nummern "1" bis "3" jeweils versehen.

Fig. 3 ist ein Flußdiagramm, welches die Prozedur eines Testmodus zeigt, der durch den Empfänger gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel auszuführen ist. Ein Programm zur Realisierung dieser Prozedur wird zuvor in einem ROM (nicht gezeigt) und dergleichen gespeichert innerhalb des Mikrocomputers 3. Man beachte, daß Flußdiagramme der Fig. 6, 8 und 10, die später beschrieben werden, die Prozedur eines Testmodus gemäß dem zweiten, dritten bzw. vierten Ausführungsbeispiel zeigen, und daß ein Programm zur Realisierung der Prozedur auch zuvor in einem ROM und dergleichen gespeichert werden.

Im folgenden wird der Betrieb des Empfängers des ersten Ausführungsbeispiels auf der Basis der Fig. 1 bis 3 beschrieben. Man beachte, daß die Empfänger gemäß dem ersten und dritten Ausführungsbeispiel den A/D-Konverter 33 nicht verwenden.

Der Empfangssteuerabschnitt 31 startet den Testmodus unmittelbar, nachdem der Empfänger eingeschaltet wird. Der Empfangssteuerabschnitt 31 stellt dann eine VCO-Nummer "n" auf eine anfängliche Nummer "1" (Schritt S301) ein und wählt dadurch den VCO₁ zum Testen aus.

Der Empfangssteuerabschnitt 31 sendet dann ein Signal Sel (Schritt S302) aus, um den VCO-Schaltungskreis 4 des ausgewählten VCO₁ zu benachrichtigen. Das Signal Sel weist drei Typen auf: Sel₁, Sel₂ und Sel₃, welche jeweils Signale zum Benachrichtigen der Auswahl des VCO₁, VCO₂ bzw. VCO₃ sind. Zu dieser Zeit wird Sel₁ ausgesendet.

Auf der Basis des Typs des eingegebenen Sel erkennt der VCO-Schaltungskreis 4 den ausgewählten VCO₁ (Schritt S303) und sendet ein Signal V_B zum Aktivieren des VCO₁ zum Testen (Schritt S304, S311 oder S313). Das Signal V_B weist auch drei Typen auf V_{B1}, V_{B2} und V_{B3}, welche jeweils Signale zum Aktivieren des VCO₁, VCO₂ bzw. VCO₃ sind. Zu dieser Zeit erkennt der VCO-Schaltungskreis 4, daß VCO₁ ausgewählt worden ist und sendet daher V_{B1} aus (Schritt S304). Folglich ist zu dieser Zeit der VCO₁ aktiviert (S305), während der VCO₂ und der VCO₃ nicht aktiviert sind.

Der Empfangssteuerabschnitt 31 sendet Sel in Schritt S302 aus und dann ein Signal N_{typ}, nachdem irgendeiner der VCOs 1 aktiv zu sein beginnt (Schritt S306), um ein Teilungsverhältnis des programmierbaren Teilers 21 einzustellen. N_{typ} ist ein Signal vorzugsweise zum Einstellen eines Teilungsverhältnisses, mit welchem der VCO₁ bis VCO₃ die lokalen Oszillationsausgaben V₀₁ bis V₀₃ mit der Mittelfrequenz jeweils f_{VC} erzeugen können, in Ansehung, daß die PLL-Schaltung 2 mit hoher Schnelligkeit einrasten kann. Es sei angemerkt, daß N_{typ} nicht eingeschränkt ist wie oben beschrieben, sondern ein Signal zum Einstellen eines Teilungsverhältnisses sein kann, mit welchem der VCO₁ bis VCO₃ die lokalen Oszillationsausgaben V₀₁ bis V₀₃ jeweils erzeugen können, mit irgendeiner Frequenz innerhalb des Bereichs zwischen f_{VMIN} bis f_{VMAX}.

Die PLL-Schaltung 2 beginnt aktiv zu sein, wenn N_{typ} in dem programmierbaren Teiler 21 eingestellt wird und einer der VCOs 1 zu arbeiten beginnt.

Genauer gesagt, wird in den programmierbaren Teiler 21 eine lokale Oszillationsausgabe V₀ eingegeben, welche durch den gerade aktiven VCO₁ erzeugt wird. Der programmierbare Teiler 21 teilt die eingegebene lokale Oszillationsausgabe V₀ unter Verwendung des Teilungsverhältnisses

N_{typ}. Der Referenzfrequenzgenerator 22 gibt ein Referenzsignal RS aus, welches eine vorbestimmte Referenzfrequenz f_{REF} aufweist. Sowohl die geteilte Oszillationsausgabe V₀ als auch das Referenzsignal RS werden dem Phasenkomparator 23 und dem Einrast-Detektor 24 eingegeben. Der Phasenkomparator 23 vergleicht Phasen zwischen der eingegebenen lokalen Oszillationsausgabe V₀ und dem Referenzsignal RS und gibt das erhaltene Ergebnis an den LPF 25 aus. Auf der Basis des eingegebenen Ergebnisses erzeugt der LPF 25 ein Signal, welches eine augenblickliche Phasendifferenz zwischen der lokalen Oszillationsausgabe V₀ und dem Referenzsignal RS angibt, als Gleichstrom-Steuersignal V_C durch Tiefpaß-Filtern und gibt es an den aktiven VCO₁ aus. Die PLL-Schaltung 2 steuert die Oszillationsfrequenz f_{VO} des VCO 1 durch das Steuersignal V_C derart, daß die Oszillationsfrequenz f_{VO} mit der Frequenz f_{REF} übereinstimmt. Dieses Nachführen wird hier als "die PLL-Schaltung 2 rastet ein" bezeichnet. Für dieses Einrasten muß V_C eine Ungleichung $V_{CMIN} < V_C < V_{CMAX}$ (1) erfüllen. Im Verlauf des Nachführens wird die lokale Oszillationsausgabe V₀, die durch den aktiven VCO₁ erzeugt wird, zu dem programmierbaren Teiler 2 zurückgeführt.

Der Einrast-Detektor 24 vergleicht auch die Phasen zwischen der eingegebenen lokalen Oszillationsausgabe V₀ und dem Signal RS. Das erhaltene Ergebnis hat einen Spannungspegel, der mit der Steuerspannung V_C korreliert ist. Der Einrast-Detektor 24 entscheidet, ob das Spannungsniveau des Ergebnisses die obige Ungleichung (1) erfüllt, und erzeugt ein Signal L zum Benachrichtigen des Empfangssteuerabschnitts 31 über das Entscheidungsergebnis. Das Signal L hat zwei Typen. Wenn das Spannungsniveau die Ungleichung (1) erfüllt, erzeugt der Einrast-Detektor 24 ein Signal L₁, das angibt, daß die PLL-Schaltung 2 einrastet, und gibt es an den Empfangssteuerabschnitt 31 aus. Wenn andererseits das Spannungsniveau die Ungleichung (1) nicht erfüllt, erzeugt der Einrast-Detektor 24 ein Signal L₂, das angibt, daß die PLL-Schaltung 2 nicht einrastet, und gibt es an den Empfangssteuerabschnitt 31 aus.

Mit dem oben beschriebenen eingegebenen Signal L entscheidet der Empfangssteuerabschnitt 31, ob die PLL-Schaltung 2 einrastet, unter Verwendung der Oszillationsfrequenzangabe, die durch den aktiven VCO₁ erzeugt wird, gemäß dem Typ des Signals L (Schritt S307), und trägt das Entscheidungsergebnis als einen Status in die erste Tabelle TA_S, wie in Fig. 4 gezeigt, ein (Schritt S308). Die Tabelle TA_S der Fig. 4 wird zuvor in dem Speicher 32 bereitgestellt. Die erste Tabelle TA_S ist so konfiguriert, daß ein Status für jeden VCO₁ eingetragen wird. Wenn beispielsweise VCO₁ ausgewählt ist und die PLL-Schaltung 2 einrastet, wird 1 in ein geeignetes Feld der ersten Tabelle TA_S eingetragen. Andererseits, wenn die PLL-Schaltung 2 nicht einrastet, wird eine 0 in das Feld eingetragen.

Der Empfangssteuerabschnitt 31 entscheidet als nächstes, ob n = n_{MAX} ist (Schritt S309), wo n_{MAX} ein Maximalwert der VCO-Nummer "n" ist, die "3" in dem ersten Ausführungsbeispiel ist. Wenn n ≠ n_{MAX} ist, entscheidet der Steuerabschnitt 31, daß einer oder mehrere VCOs 1 noch zu testen verbleiben, und die Prozedur rückt zu Schritt 310 vor. Andererseits, wenn n = n_{MAX} ist, entscheidet der Empfangssteuerabschnitt 31, daß kein zu testender VCO₁ verbleibt, und die Prozedur rückt zu Schritt S315 vor.

Da n = "1" zu diesem Augenblick ist, aktualisiert der Empfangssteuerabschnitt 31 "n" zu "n+1" (Schritt S311) und wählt den VCO₂ aus, welcher der mit der nächsten VCO-Nummer "2" verschene VCO₁ ist. In diesem Fall werden Schritt S302→S303→S311→S312 der Fig. 3 sequentiell ausgeführt. In dieser Prozedur werden Sel₂ und V_{B2} ausgegeben (Schritte S302 und S311) und folglich wird nur

der VCO₁₂ aktiviert (Schritt S312). Der Empfangssteuerabschnitt **31** führt dann Schritte S306 bis S308 aus, um den Status des VCO₁₂ in die erste Tabelle TA_S einzutragen (Schritt S308).

Als nächstes, da $n = "2"$ in diesem Augenblick ist, aktualisiert der Empfangssteuerabschnitt **31** " n " zu " $n+1$ " (Schritt S311) und führt dann die Schritte S302→S303→S313→S314 sequentiell aus. In dieser Prozedur werden Sel₃ und V_{B3} ausgegeben (Schritte S302 und S313) und als ein Ergebnis wird nur der VCO₁₃ aktiviert (Schritt S314). Der Empfangssteuerabschnitt **31** führt dann Schritte S306 bis S308 aus, um den Status des VCO₁₃ in die erste Tabelle TA_S einzutragen (Schritt S308).

Der Empfangssteuerabschnitt **31** führt als nächstes Schritt S309 aus. Da $n = n_{MAX}$ ($=3$) in diesem Augenblick ist, rückt die Prozedur zu Schritt S315 vor. Wie oben beschrieben, stellt der Empfangssteuerabschnitt **31** das obige vorbestimmte Teilungsverhältnis N_{typ} in dem programmierbaren Teiler **21** ein und entscheidet, ob die PLL-Schaltung **2** einrastet im Hinblick auf den VCO₁₁ bis VCO₁₃ in Folge. Basierend auf dem Entscheidungsergebnis trägt der Empfangssteuerabschnitt **31** dann den Status von VCO₁₁ bis VCO₁₃ in die erste Tabelle TA_S ein. Als Ergebnis wird eine dreistellige binäre Information (0 oder 1) in der ersten Tabelle TA_S erzeugt. Das Muster der binären Information, das heißt, die Musterdaten, ist eines von "1, 1, 1", "1, 1, 0" oder "0, 1, 1", wie später beschrieben wird. Man beachte, daß die Musterdaten den Status des VCO₁₁, VCO₁₂ und VCO₁₃ nacheinander von dem linken Wert repräsentieren.

Zusätzlich wird eine zweite Tabelle TA_R wie in Fig. 4 gezeigt, zuvor für den Speicher **32** bereitgestellt. Zuvor eingetragen werden in die zweite Tabelle TA_R Kombinationen von jedem Muster und dem optimalen VCOI für jeden Fall. Es gibt drei Fälle: das Muster "1, 1, 1" für Fall 1; "1, 1, 0" für Fall 2; und "0, 1, 1" für Fall 3.

Man beachte, daß kein anderes Muster existiert, weil bei Betrachtung von Fertigungsstreuung des VCO₁₁, VCO₁₂ und VCO₁₃ drei f_0 -zu- V_C -Kennlinien nur innerhalb eines vorbestimmten Bereichs (um einige Prozent von F_{VC}) in Richtung der Hochfrequenz-Seite oder der Niederfrequenz-Seite (siehe Fig. 2) verschoben sind. Folglich, beispielsweise mit Blick auf VCO₁₁, VCO₁₂ und VCO₁₃, fallen die Sättigungsbereiche von beliebigen zwei der f_0 -zu- V_C -Kennlinien nicht zur selben Zeit in das Empfangsband B. Es ist daher nicht notwendig, andere Muster zu betrachten, wie zum Beispiel 0, 0, 1.

Auch zuvor eingetragen wird in die zweite Tabelle TA_R der optimale VCOI, zu verwenden durch den Empfänger zum Abwärtsmischen des Signals S von außen für jedes Muster. Das heißt, in dem Muster des Falles 1 ist VCO₁₂ der optimale VCOI. Wenn Musterdaten wie zum Beispiel in dem Fall 1 erhalten werden, rastet die PLL-Schaltung **2** ein unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe, die in allen der VCOs **1** erzeugt wird. Die f_0 -zu- V_C -Kennlinie jedes der VCOs **1** ist, wie in Fig. 5a gezeigt, das Entwurfsziel. In diesem Fall, unter Bezugnahme auf Fig. 5a, kann gesehen werden, daß der lineare Bereich der f_0 -zu- V_C -Kennlinie des VCO₁₂ das Empfangsband B am zuverlässigsten überdeckt, und daher ist der VCO₁₂ der optimale VCOI (vergleiche die punktunterlegte Zeile von Fig. 5a').

Im Fall 2 ist der VCO₁₃ der optimale VCOI. Wenn die Musterdaten wie in dem Fall 2 erhalten werden, rastet die PLL-Schaltung **2** ein unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe, die in dem VCO₁₂ oder dem VCO₁₃ erzeugt wird. Zu dieser Zeit werden, im Vergleich zu dem in Fig. 5a gezeigten Fall, die f_0 -zu- V_C -Kennlinien als ganze in Richtung der Niederfrequenz-Seite um die Frequenz B verschoben aufgrund von Fertigungsstreuung, wie in Fig. 5b ge-

zeigt. In diesem Fall überdeckt der lineare Bereich der f_0 -zu- V_C -Kennlinie des VCO₁₃ am zuverlässigsten das Empfangsband B, und daher ist der VCO₁₃ der optimale VCOI (siehe die punktunterlegte Zeile von Fig. 5b').

Des weiteren ist im Fall 3 der VCO₁₁ der optimale VCOI. Wenn die Musterdaten wie in dem Fall 3 erhalten werden, rastet die PLL-Schaltung **2** ein unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe, die in dem VCO₁₁ oder dem VCO₁₂ erzeugt wird. Zu dieser Zeit werden, im Vergleich zu dem in Fig. 5a gezeigten Fall, die f_0 -zu- V_C -Kennlinien als ganze in Richtung der Hochfrequenz-Seite um die Frequenz B verschoben, wie in Fig. 5c gezeigt ist. In diesem Fall überdeckt der lineare Bereich der f_0 -zu- V_C -Kennlinie des VCO₁₁ am zuverlässigsten das Empfangsband B, und daher ist der VCO₁₁ der optimale VCOI (siehe die punktunterlegte Zeile der Fig. 5c').

Der Empfangssteuerabschnitt **31** bestimmt $n = n_{MAX}$ in Schritt S309 und bestimmt dann den optimalen VCOI unter Bezugnahme auf die zweite Tabelle TA_R (Schritt S315). Die in der ersten Tabelle TA_S erzeugten Musterdaten (vergleiche Fig. 4) stimmen alle mit den Mustern des Fall 1 bis Fall 3 der zweiten Tabelle TA_R überein. Der Empfangssteuerabschnitt **31** ruft den Fall ab, welcher mit den erzeugten Musterdaten übereinstimmt, und den optimalen VCOI für den Fall ab.

Als nächstes wird die Arbeitsweise des Empfangssteuerabschnitts **31** in Schritt S315 genauer beschrieben. Wenn die erzeugten Musterdaten mit Fall 1 übereinstimmen, bestimmt der Empfangssteuerabschnitt **31**, daß der VCO₁₂ der optimale VCOI ist (vergleiche die punktunterlegte Zeile der Fig. 5a'). Wenn die erzeugten Musterdaten mit Fall 2 übereinstimmen, bestimmt der Steuerabschnitt **31**, daß der VCO₁₃ der optimale VCOI ist (vergleiche die punktunterlegte Zeile der Fig. 5b'). Wenn die erzeugten Musterdaten mit Fall 3 übereinstimmen, bestimmt der Empfangssteuerabschnitt **31**, daß der VCO₁₁ der optimale VCOI ist (vergleiche die punktunterlegte Zeile der Fig. 5c').

Als nächstes sendet der Empfangssteuerabschnitt **31** Sel_{OPT} aus (Schritt S316), um den VCO-Schaltungskreis **4** von dem optimalen VCOI, der in Schritt S315 bestimmt wurde, zu unterrichten. Sel_{OPT} hat drei Typen wie Sel. Der VCO-Schaltungskreis **4** bestimmt den Typ des eingegebenen Sel_{OPT}, um den optimalen VCOI zu erkennen (Schritt S317). Der VCO-Schaltungskreis **4** gibt dann V_{B1}, V_{B2} oder V_{B3} wie oben beschrieben aus, um den optimalen VCOI zu aktivieren (Schritt S304, S311 oder S313). Als ein Ergebnis wird von dem VCO₁₁, VCO₁₂ und VCO₁₃ der bestimmte optimale VCOI aktiviert (Schritt S305, S312 oder S314). Der Empfangssteuerabschnitt **31** beendet somit den Testmodus.

Wenn der obige Testmodus endet, startet der Empfänger einen Empfangsmodus. In dem Empfangsmodus wird das vorbestimmte Signal S (Frequenz f_S), das von außerhalb kommt, der Antenne eingegeben, und das eingegebene Signal S wird durch den RF-Verstärker **7** verstärkt. Das verstärkte Signal S wird dem Mischer **6** eingegeben. Auch in den Mischer **6** eingegeben wird die lokale Oszillationsausgabe V_O (Frequenz f_{VO}) von dem in dem Testmodus bestimmten optimalen VCOI. Der Mischer **6** führt eine Abwärtsmischung des eingegebenen Signals S mit der lokalen Oszillationsausgabe durch. Auch steuert in dem Empfangsmodus die PLL-Schaltung **2** die Oszillationsfrequenz f_{VO} des bestimmten VCOI durch das Steuersignal V_C, das in der oben beschriebenen Weise erzeugt wird, derart, daß die Oszillationsfrequenz f_{VO} , die zurückgeführt wird und dann durch den programmierbaren Teiler **21** geteilt wird, mit der Frequenz f_{REF} übereinstimmt.

Wie oben beschrieben, bestimmt entsprechend dem Emp-

fänger des ersten Ausführungsbeispiels der Empfangssteuerabschnitt 31 in Schritt S307 für jeden VCO1, ob die PLL-Schaltung 2 einrastet. In Schritt S308 trägt der Empfangssteuerabschnitt 31 das Bestimmungsergebnis als den Status in die erste Tabelle TA_S ein (vergleiche Fig. 4). Der Empfangssteuerabschnitt 31 bestimmt dann in Schritt S315 den optimalen VCO1 unter Bezugnahme auf die zweite Tabelle TA_R und die erste Tabelle TA_S.

Als nächstes beschrieben wird ein Empfänger gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Aufbau des Empfängers ist in Fig. 1 gezeigt und seine Beschreibung wird hier weggelassen.

Fig. 6 ist ein Flußdiagramm, welches die Prozedur eines Testmodus zeigt, der durch den Empfänger gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel auszuführen ist. Man beachte, daß das Flußdiagramm der Fig. 6 einige Schritte enthält, welche die gleichen wie die in dem Flußdiagramm der Fig. 3 sind. Daher sind die entsprechenden Schritte mit denselben Schrittnummern wie in Fig. 3 versehen und ihre Beschreibung wird weggelassen. Nachfolgend wird die Arbeitsweise des Empfängers anhand von Fig. 1 und 6 beschrieben.

In Fig. 6 ist die Prozedur vor Schritt S601 dieselbe wie die Prozedur bis zu Schritt S307 in Fig. 3. Am Ende von Schritt S307 bestimmt der Empfangssteuerabschnitt 31, ob die PLL-Schaltung 2 einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe, die in dem aktiven VCO1 erzeugt wird (Schritt S307).

Wenn er feststellt, daß die PLL-Schaltung 2 nicht einrastet (Schritt S601), stellt der Empfangssteuerabschnitt 31 fest, daß der aktive VCO1 nicht der optimale VCO1 sein kann und aktualisiert "n" zu "n+1" (Schritt S310) unter Auswählen des mit der nächsten VCO-Nummer versehenen VCO1, und die Prozedur schreitet zu Schritt S302 voran.

Andererseits, wenn er feststellt, daß die PLL-Schaltung 2 einrastet (Schritt S601), aktiviert der Empfangssteuerabschnitt 31 den A/D-Konverter 33. Als ein Ergebnis wird die von dem LPF 25 ausgegebene Steuerspannung V_C in den A/D-Konverter 33 eingegeben. Der A/D-Konverter 33 unterzieht die Steuerspannung V_C A/D-Konversion, Messung und Digitalisierung der Steuerspannung V_C und sendet dann das Ergebnis an den Empfangssteuerabschnitt 31 aus.

Als nächstes bestimmt der Empfangssteuerabschnitt 31, ob der Wert der eingegebenen Steuerspannung V_C eine Ungleichung $V_{CA} < V_C < V_{CB}$ (2) erfüllt (Schritt S603). V_{CA} und V_{CB} der Ungleichung (2) werden nun mit Bezug auf Fig. 7a und 7b beschrieben. Wie oben beschrieben, wenn N_{typ} in dem programmierbaren Teiler 21 eingestellt ist, erzeugt jeder der VCOs 1 die lokale Oszillationsausgabe V_O mit der Oszillationsfrequenz F_{VC}. Zu dieser Zeit sind jedoch die an den VCOs 1 angelegten Steuerspannungen V_C voneinander verschieden: V_{CC} ist an den VCO1₂ angelegt, V_{C2} an den VCO1₁ und V_{C1} an den VCO1₃. $V_{CA} < V_C < V_{CB}$ überdeckt einen Bereich schmaler als $V_{Cmin} < V_C < V_{Cmax}$, in welchem die PLL-Schaltung 2 zuverlässig einrastet, und der Bereich enthält nicht die Anzahl von Steuerspannungen V_C der VCOs 1, wie in Fig. 7a gezeigt. Das heißt, in Fig. 7a ist $V_{CA} < V_C < V_{CB}$ durch ein gepunktetes Gebiet dargestellt, und nur die Steuerspannung V_C des VCO1₂ ist in diesem Bereich enthalten. V_{CA} und V_{CB} werden somit bestimmt. Des weiteren wird Fertigungsstreuung der VCOs betrachtet zum Bestimmen von V_{CA} und V_{CB}.

Wenn der obige Wert die Ungleichung (2) im Schritt S603 nicht erfüllt, bestimmt der Empfangssteuerabschnitt 31, daß der aktive VCO1 nicht der optimale ist, aktualisiert "n" zu "n+1" (Schritt S310), und dann rückt die Prozedur zu Schritt S302 vor, um zu bestimmen, ob der VCO1 mit der nächsten VCO-Nummer der optimale ist.

Andererseits, wenn der obige Wert die Ungleichung (2)

erfüllt, bestimmt der Empfangssteuerabschnitt 31 in Schritt S603, daß der aktive VCO1 der optimale ist (Schritt S604).

In Fig. 6 ist die Prozedur nach Schritt S604 dieselbe wie die Prozedur von Schritt S316 und danach in Fig. 3.

Gemäß dem oben beschriebenen Textmodus, wenn jeder VCO1 die f₀-zu-V_C-Kennlinie als Entwurfsziel hat, wie in Fig. 7a deutlich wird, wird der VCO1₂ als der optimale VCO1 ausgewählt. Jedoch im Vergleich mit Fig. 7a, wenn die f₀-zu-V_C-Kennlinien der VCOs 1 als ganze in Richtung der Niederfrequenz-Seite verschoben werden, aufgrund von Fertigungsstreuung (vergleiche Fig. 7b) wird der VCO1₃ als der optimale VCO1 in manchen Fällen ausgewählt. Man beachte, daß, da es von der obigen Beschreibung klar ist, daß der VCO1₁ als der optimale VCO1 in manchen Fällen ausgewählt wird, wenn die f₀-zu-V_C-Kennlinien der VCOs 1 in Richtung der Hochfrequenz-Seite verschoben sind, die detaillierte Beschreibung hier weggelassen wird.

Wie oben beschrieben, wird gemäß dem Empfänger des zweiten Ausführungsbeispiels wie in dem ersten Ausführungsbeispiel ein optimaler VCO1 bestimmt. Der Empfänger gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel bestimmt, ob die PLL-Schaltung 2 einrastet hinsichtlich aller VCOs 1. Jedoch bestimmt der Empfänger des zweiten Ausführungsbeispiels in Folge, ob die PLL-Schaltung 2 einrastet; für jeden VCO1, und sobald der optimale VCO1 bestimmt ist, kann der Mischer 8 sofort das Abwärtsmischen des Signals S mit dem bestimmten optimalen VCO1 durchführen. Dies erlaubt eine Beschleunigung im Testmodus.

Als nächstes wird die Arbeitsweise eines Empfängers gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Der Aufbau des Empfängers ist in Fig. 1 gezeigt und seine Beschreibung wird hier übergangen.

Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm, welches die Prozedur eines Testmodus darstellt, der durch den Empfänger gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel auszuführen ist. Man beachte, daß das Flußdiagramm der Fig. 8 einige Schritte aufweist, welche dieselben wie diejenigen in dem Flußdiagramm der Fig. 3 sind. Daher sind die entsprechenden Schritte mit denselben Schrittnummern wie in Fig. 3 versehen, und ihre Beschreibung wird weggelassen. Im folgenden wird die Arbeitsweise des Empfängers mit Hilfe der Fig. 1 und 8 beschrieben.

Schritt S315 der Fig. 8 ist derselbe wie Schritt S315 der Fig. 3. Das heißt, der Empfangssteuerabschnitt 31 bestimmt $n = n_{MAX}$ in Schritt S309 und bestimmt dann den optimalen VCO1 unter Bezugnahme auf die erste Tabelle TA_S und die zweite Tabelle TA_R (Schritt S315). Der Empfangssteuerabschnitt 31 sendet dann S_{LOPT} aus, um den VCO-Schaltungskreis 4 von dem in Schritt S315 ausgewählten optimalen VCO1 zu unterrichten, und trägt die VCO-Nummer des optimalen VCO1 als "n_{OPT}" in ein Feld 101 (siehe Fig. 9) ein, welches zuvor in dem Speicher 32 bereitgestellt wurde (Schritt S86). In dieses Feld 101 wird "1", "2" oder "3" eingetragen.

Hiernach führt der Empfänger Schritte S317→S304→S305, Schritte S317→S311→S312 oder Schritte S317→S313→S314 in Folge aus, und sodann Schritt S84. In Schritt S84 bestimmt der Empfangssteuerabschnitt 31, ob die PLL-Schaltung 2 mit dem aktiven optimalen VCO in Schritt S307 einrastet. Man beachte, daß, wenn der Empfangssteuerabschnitt 31 Schritt S84 sofort nach Bestimmen des optimalen VCO1 ausführt, so zum Beispiel wenn Schritte S315→S86→S317→S304→S305 in Folge ausgeführt werden, die PLL-Schaltung 2 selbstverständlich einrastet und daher der Empfangssteuerabschnitt 31 den Testmodus beendet. Der Empfänger startet dann den Empfangsmodus. Danach wird der Empfänger erforderlichen-

falls ausgeschaltet.

Der Empfänger wird erforderlichenfalls wieder eingeschaltet. Der Empfangssteuerabschnitt 31 startet den Testmodus sofort nach dem Einschalten, wobei er zuerst die VCO-Nummer "n_{OPT}" des letzten Mal bestimmten optimalen VCO1 aus dem Feld 101 in dem Speicher 32 herausnimmt und den Anfangswert der VCO-Nummer "n" auf "n_{OPT}" einstellt (Schritt S81). Der Empfangssteuerabschnitt 31 sendet als nächstes S_{LOPT} aus (Schritt S82), um den VCO-Schaltungskreis 4 von dem vorherigen optimalen VCO1, eingestellt in Schritt S81, zu unterrichten. Der Empfangssteuerabschnitt 31 sendet dann N_{typ} aus (Schritt S83), um das Teilungsverhältnis des programmierbaren Teilers 21 einzustellen.

Hiernach führt der Empfänger Schritte S317→S304→S305, Schritte S317→S311→S312 oder Schritte S317→S313→S314 in Folge aus, gemäß dem in Feld 101 gespeicherten Wert von "n_{OPT}", und der Empfangssteuerabschnitt 31 bestimmt dann, ob die PLL-Schaltung 2 mit dem vorherigen aktiven optimalen VCO 1 einrastet (Schritt S84). Im Unterschied zu dem obigen Fall ist es nicht sicher, daß die PLL-Schaltung 2 zuverlässig einrastet, wenn der vorherige optimale VCO 1 aktiviert ist, weil seine Schaltkreis-Konstante von der ursprünglichen Konstanten aufgrund äußerer Einflüsse des IC abweichen kann. Daher ist Schritt S84 erforderlich. Der Empfangssteuerabschnitt 31 beendet den Testmodus, wenn die PLL-Schaltung 2 in Schritt S84 einrastet.

Wie oben beschrieben, wird gemäß dem Empfänger des dritten Ausführungsbeispiels wie in dem ersten Ausführungsbeispiel ein optimaler VCO1 bestimmt. Des weiteren, zu der Zeit des Wiedereinschaltens des Empfängers, wenn die PLL-Schaltung 2 einrastet unter Verwendung des aktiven vorherigen optimalen VCO1, benutzt der Empfangssteuerabschnitt 31 diesen VCO1 weiterhin. In dieser Weise – ungleich dem ersten Ausführungsbeispiel – muß in manchen Fällen der Empfänger des dritten Ausführungsbeispiels einen Prozeß, wie zum Beispiel Eintragen des Status in die erste Tabelle TA_S und Bestimmen des optimalen VCO1 durch Vergleich der ersten Tabelle TA_S und der zweiten Tabelle TA_R nicht ausführen. Dies ermöglicht eine Zeitreduktion zwischen Einschalten des Empfängers und dem Empfangsmodus im Vergleich zu dem ersten Ausführungsbeispiel.

Wenn die PLL-Schaltung 2 nicht einrastet, startet der Empfangssteuerabschnitt 31 in Schritt S84 denselben Testmodus wie im ersten Ausführungsbeispiel. Jedoch ist es in diesem Fall nicht erforderlich, den VCO1 mit der Nummer entsprechend "n_{OPT}", die in Feld 101 gespeichert ist, wieder zu aktivieren und festzustellen, ob die PLL-Schaltung 2 einrastet. Daher führt der Empfangssteuerabschnitt 31 Schritt S85 aus und aktiviert den VCO1 mit der obigen VCO-Nummer "n_{OPT}" in diesem Fall nicht. Dies ermöglicht eine Beschleunigung in dem Testmodus.

Als nächstes wird ein Empfänger gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Der Aufbau des Empfängers ist in Fig. 1 gezeigt und seine Beschreibung wird weggelassen.

Fig. 10 ist ein Flußdiagramm, welches die Prozedur des durch den Empfänger gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel durchzuführenden Testmodus zeigt. Man beachte, daß das Flußdiagramm der Fig. 10 einige Schritte enthält, welche dieselben wie diejenigen in den Flußdiagrammen der Fig. 6 und 8 sind. Daher sind die entsprechenden Schritte mit denselben Schrittnummern wie in Fig. 6 und 8 versehen, und ihre Beschreibung wird vereinfacht. Im folgenden wird die Arbeitsweise des Empfängers mit Hilfe der Fig. 1 und 10 beschrieben.

Schritt S604 der Fig. 10 ist derselbe wie Schritt S604 der Fig. 6. Das heißt, wenn das gemessene Ergebnis der Steuerspannung V_C, das von dem A/D-Konverter 33 erhalten wird, die obige Ungleichung (2) erfüllt, der Empfangssteuerabschnitt 31 feststellt, daß der aktive VCO1 der optimale ist (Schritt S604). Der Empfangssteuerabschnitt 31 trägt dann "n_{OPT}" in Feld 101 (vergleiche Fig. 9) in dem Speicher 32 (Schritt S36) ein. Danach führt der Empfänger Schritte S317→S304→S305, Schritte S317→S311→S312 oder Schritte S317→S313→S314 in Folge gemäß dem ausgewählten VCO 1 aus.

Wie in dem dritten Ausführungsbeispiel prüft der Empfangssteuerabschnitt 31 als nächstes, um festzustellen, ob die PLL-Schaltung 2 mit dem aktiven bestimmten optimalen VCO1 einrastet (Schritt S84), und beendet den Testmodus. Der Empfänger startet dann den Empfangsmodus. Danach wird der Empfänger erforderlichenfalls abgeschaltet.

Der Empfänger wird erforderlichenfalls wieder eingeschaltet. Der Empfangssteuerabschnitt 31 führt Schritte S81 bis S83 unmittelbar nach dem Einschalten aus, wie in dem dritten Ausführungsbeispiel. Danach führt der Empfänger Schritte S317→S304→S305, Schritte S317→S311→S312 oder Schritte S317→S313→S314 in Folge aus, gemäß dem in Feld 101 gespeicherten Wert "n_{OPT}". Der Empfangssteuerabschnitt 31 führt dann Schritt S84 wie in dem dritten Ausführungsbeispiel aus, und wenn er feststellt, daß die PLL-Schaltung 2 einrastet, entscheidet er, den vorherigen optimalen VCO zum Abwärtswandeln weiterhin zu verwenden.

Wie oben beschrieben, wird gemäß dem Empfänger des vierten Ausführungsbeispiels, wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, ein optimaler VCO1 mit hoher Geschwindigkeit bestimmt, und des weiteren, in der gleichen Weise wie im dritten Ausführungsbeispiel, wird die Zeit zwischen dem Einschalten des Empfängers und dem Empfangsmodus reduziert.

In Schritt S84 startet der Empfangssteuerabschnitt 31 denselben Testmodus wie im zweiten Ausführungsbeispiel, wenn die PLL-Schaltung 2 nicht einrastet, und derselbe Schritt S85 in dem dritten Ausführungsbeispiel ermöglicht eine Beschleunigung im Testmodus.

Während die Erfindung im Detail beschrieben wurde, ist die obige Beschreibung in allen Aspekten erläuternd, aber nicht einschränkend. Es versteht sich, daß zahlreiche weitere Änderungen und Variationen ins Auge gefaßt werden können, ohne den Gedanken der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Empfänger zum Unterziehen eines über eine Antenne eingegebenen Signals einer Abwärtsmischung und dann Demodulieren des gewandelten Signals, aufweisend:
eine Anzahl von spannungsgesteuerten Oszillatoren (1), als VCO bezeichnet, wobei jeder mit einer gemeinsamen Steuerspannung versehen ist und eine lokale Oszillationsausgabe mit einer unterschiedlichen Frequenz gemäß der Steuerspannung erzeugt;
eine PLL-Schaltung (2) zum Erzeugen der Steuerspannung auf der Basis der lokalen Oszillationsausgabe, die von jedem der VCOs (1) zurückgeführt wird, und eines Referenzsignals mit einer Referenzfrequenz;
einen Mischer (8) zum Mischen von Frequenzen des über die Antenne eingegebenen Signals und der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs (1) und zum Durchführen der Abwärtsmischung; und
einen VCO-Steuerabschnitt (3, 4) zum Testen jedes der VCOs (1) in einem vorher auszuführenden Testmodus und zum Steuern des Schaltens der VCOs (1) in einen

Empfangsmodus des Empfangens des über die Antenne eingegebenen Signals;

wobei in dem Testmodus der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) detektiert, ob die PLL-Schaltung (2) einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs (1), unter sequentiellm Schalten und Aktivieren der VCOs (1), und Bestimmen eines geeigneten VCO (1) auf der Basis eines detektierten Ergebnisses; und
wobei in dem Empfangsmodus der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) den in dem Testmodus bestimmten VCO (1) selektiv aktiviert und eine lokale Oszillationsausgabe des VCO (1) für den Mischer (8) bereitstellt.

2. Empfänger gemäß Anspruch 1, bei welchem der VCO-Abschnitt (3, 4) das detektierte Ergebnis in einer ersten Tabelle (TAS) als Musterdaten hält, auf eine zweite Tabelle (TAR) Bezug nimmt, in der der geeignete VCO (1) für jedes zuvor angenommene Muster eingetragen ist, und den geeigneten VCO (1) entsprechend den Musterdaten, die in der ersten Tabelle (TAS) gehalten werden, bestimmt.

3. Empfänger gemäß Anspruch 1, bei welchem die zweite Tabelle (TAR) konfiguriert ist auf der Basis von Fertigungsstreuung der VCOs (1).

4. Empfänger gemäß Anspruch 1, bei welchem die PLL-Schaltung (2) einen programmierbaren Teiler (21) aufweist zum Teilen der zurückgeführten lokalen Oszillationsausgabe unter Verwendung eines vorbestimmten Teilungsverhältnisses, eingestellt durch den VCO-Steuerabschnitt (3, 4), und eine Steuerspannung auf der Basis einer lokalen Oszillationsausgabe, die durch den programmierbaren Teiler (21) geteilt wird und das Referenzsignal erzeugt; und

in dem Testmodus der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) ein Referenzteilungsverhältnis einstellt, mit dem jeder der VCOs (1) eine lokale Oszillationsausgabe erzeugen kann, welche eine Frequenz innerhalb eines Bandes aufweist, in dem das eingegebene Signal als das vorbestimmte Teilungsverhältnis enthalten ist.

5. Empfänger gemäß Anspruch 4, bei welchem das Referenzteilungsverhältnis ein Teilungsverhältnis ist, mit dem jeder der VCOs (1) eine lokale Oszillationsausgabe erzeugen kann, welche eine Mittenfrequenz des Bandes aufweist.

6. Empfänger gemäß Anspruch 1, bei welchem der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) Information des zuvor in dem letzten Mal ausgeführten Testmodus bestimmten VCO (1) speichert; und

wenn der Testmodus wieder ausgeführt wird, der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) zunächst die gespeicherte Information des VCO (1) testet und wieder bestimmt, daß der VCO (1) ein optimaler VCO (1) ist, wenn die PLL-Schaltung (2) einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von dem VCO (1).

7. Empfänger gemäß Anspruch 1, bei welchem die PLL-Schaltung (2) und jeder der VCOs (1) in ein und denselben Schaltkreis integriert sind.

8. Empfänger zum Unterziehen eines über eine Antenne eingegebenen Signals einer Abwärtsmischung und dann Demodulieren des gewandelten Signals, aufweisend:

eine Anzahl von spannungsgesteuerten Oszillatoren (1), als VCO bezeichnet, wobei jeder mit einer gemeinsamen Steuerspannung versehen ist und eine lokale Oszillationsausgabe mit einer unterschiedlichen Frequenz gemäß der Steuerspannung erzeugt;

eine PLL-Schaltung (2) zum Erzeugen der Steuerspannung auf der Basis der lokalen Oszillationsausgabe, die

von jedem der VCOs (1) zurückgeführt wird, und eines Referenzsignals mit einer Referenzfrequenz;

einen Mischer (8) zum Mischen von Frequenzen des über die Antenne eingegebenen Signals und der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs (1) und zum Durchführen der Abwärtsmischung; und einen VCO-Steuerabschnitt (3, 4) zum Testen jedes der VCOs (1) in einem vorher auszuführenden Testmodus und zum Steuern des Schaltens der VCOs (1) in einen Empfangsmodus des Empfangens des über die Antenne eingegebenen Signals;

wobei in dem Testmodus der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) detektiert, ob die PLL-Schaltung (2) einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von jedem der VCOs (1) unter sequentiellm Schalten und Aktivieren der VCOs (1), und wenn ein Wert der durch die PLL-Schaltung (2) erzeugten Steuerspannung innerhalb eines vorbestimmten Bereichs ist, einen der VCOs (1), der mit der Steuerspannung versehen ist, als einen geeigneten VCO (1) bestimmt; und
wobei in dem Empfangsmodus der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) den in dem Testmodus bestimmten VCO (1) selektiv aktiviert und eine lokale Oszillationsausgabe des VCO (1) ihr den Mischer (8) bereitstellt.

9. Empfänger gemäß Anspruch 8, bei welchem der vorbestimmte Bereich nur einen Wert der Steuerspannung aufweist, der bereitgestellt wird, wenn jeder der VCOs (1) eine lokale Oszillationsausgabe mit einer gleichen Frequenz erzeugt.

10. Empfänger gemäß Anspruch 8, bei welchem die PLL-Schaltung (2) einen programmierbaren Teiler (21) aufweist zum Teilen der zurückgeführten lokalen Oszillationsausgabe unter Verwendung eines vorbestimmten Teilungsverhältnisses, eingestellt durch den VCO-Steuerabschnitt (3, 4), und eine Steuerspannung auf der Basis einer lokalen Oszillationsausgabe, die durch den programmierbaren Teiler (21) geteilt wird, und das Referenzsignal erzeugt; und

in dem Testmodus der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) ein Referenzteilungsverhältnis einstellt, mit dem jeder der VCOs (1) eine lokale Oszillationsausgabe erzeugen kann, die eine Frequenz innerhalb eines Bandes hat, in welchem das eingegebene Signal als das vorbestimmte Teilungsverhältnis enthalten ist.

11. Empfänger gemäß Anspruch 10, bei welchem das Teilungsverhältnis ein Teilungsverhältnis ist, mit dem jeder der VCOs (1) eine lokale Oszillationsausgabe erzeugen kann, welche eine Mittenfrequenz des Bandes aufweist.

12. Empfänger gemäß Anspruch 8, bei welchem der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) Information des zuvor in dem letzten Mal ausgeführten Testmodus bestimmten VCO (1) speichert; und

wenn der Testmodus wieder ausgeführt wird, der VCO-Steuerabschnitt (3, 4) zunächst die Information des VCO (1) testet und wieder bestimmt, daß der VCO (1) ein optimaler VCO (1) ist, wenn die PLL-Schaltung (2) einrastet unter Verwendung der lokalen Oszillationsausgabe von dem VCO (1).

13. Empfänger gemäß Anspruch 8, bei welchem die PLL-Schaltung (2) und jeder der VCOs (1) in ein und denselben Schaltkreis integriert sind.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

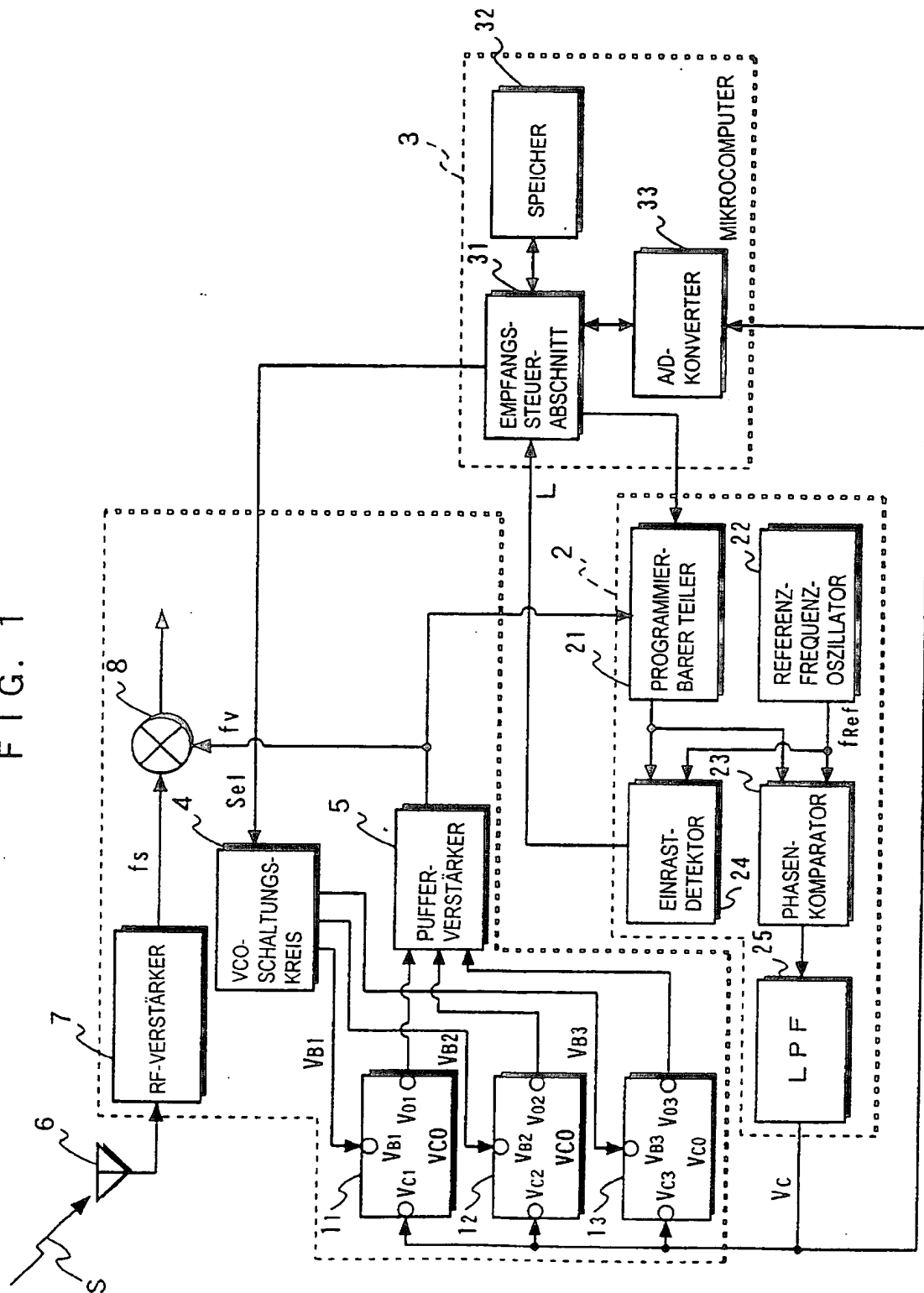


FIG. 2

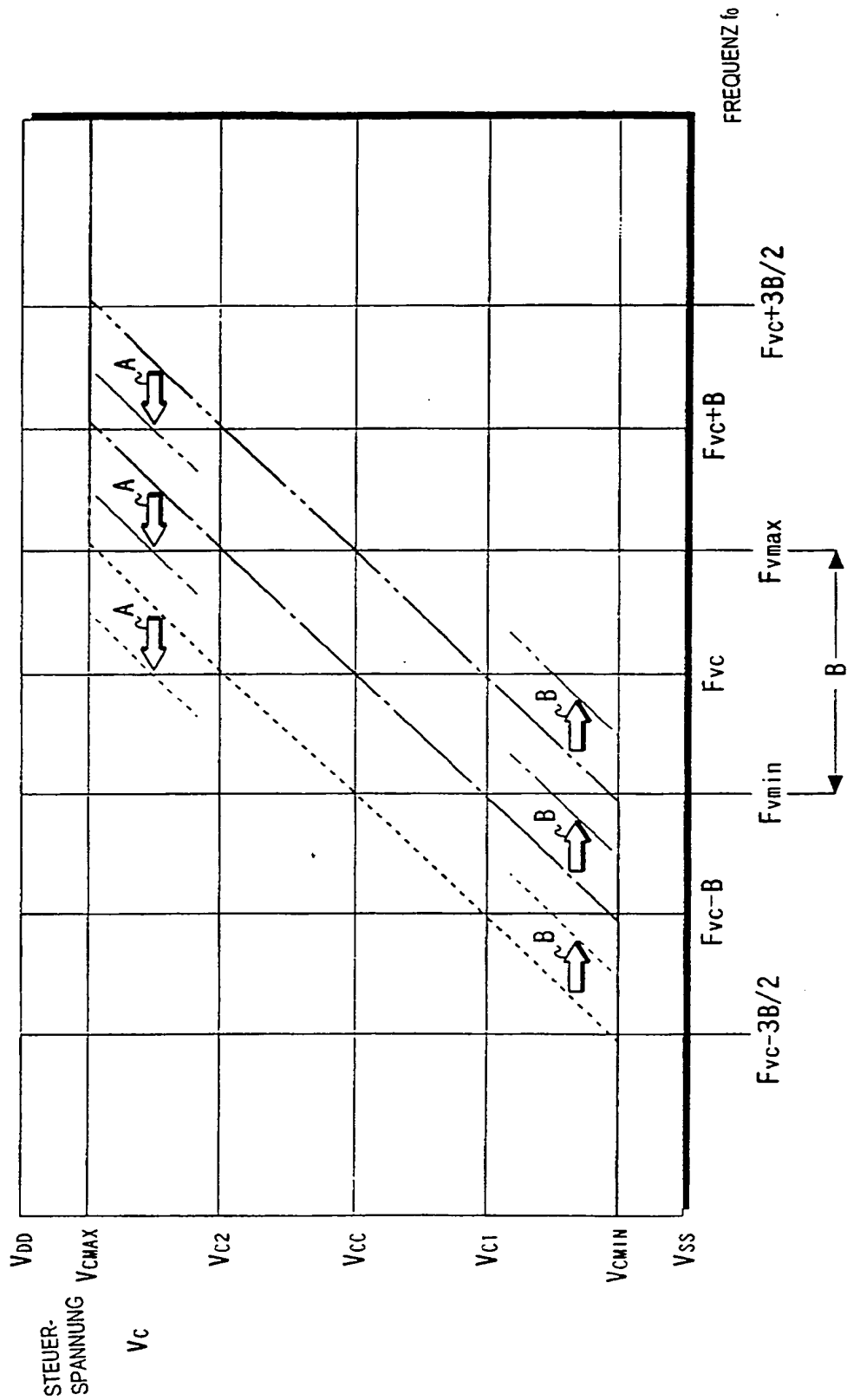


FIG. 3

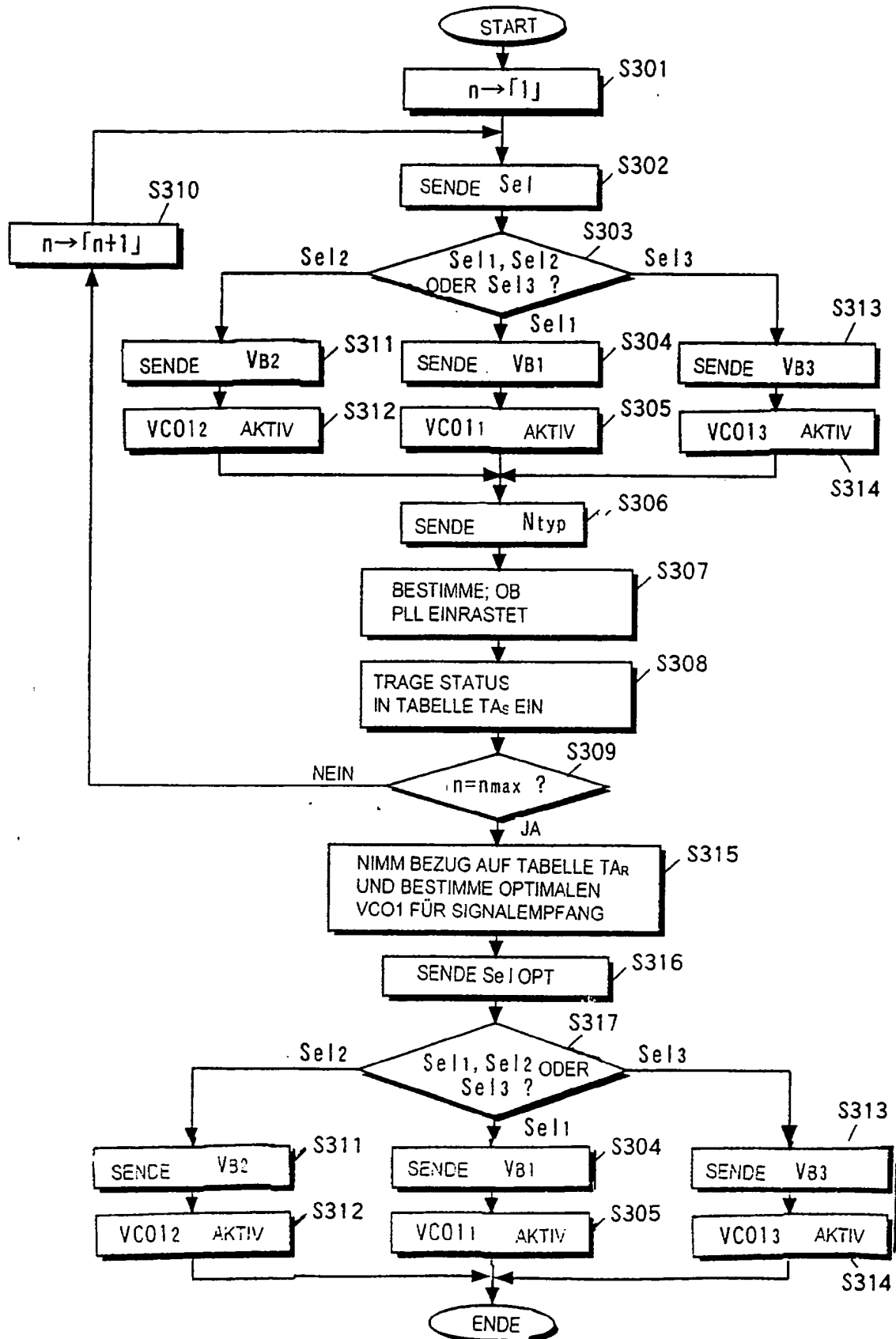


FIG. 4

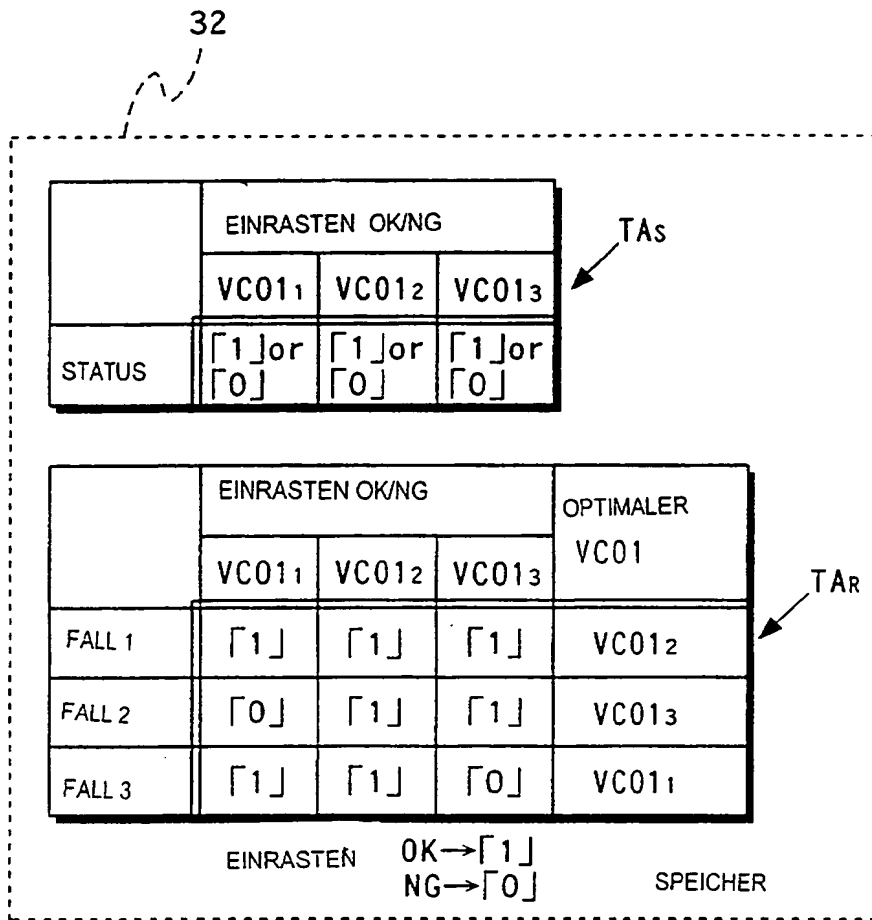
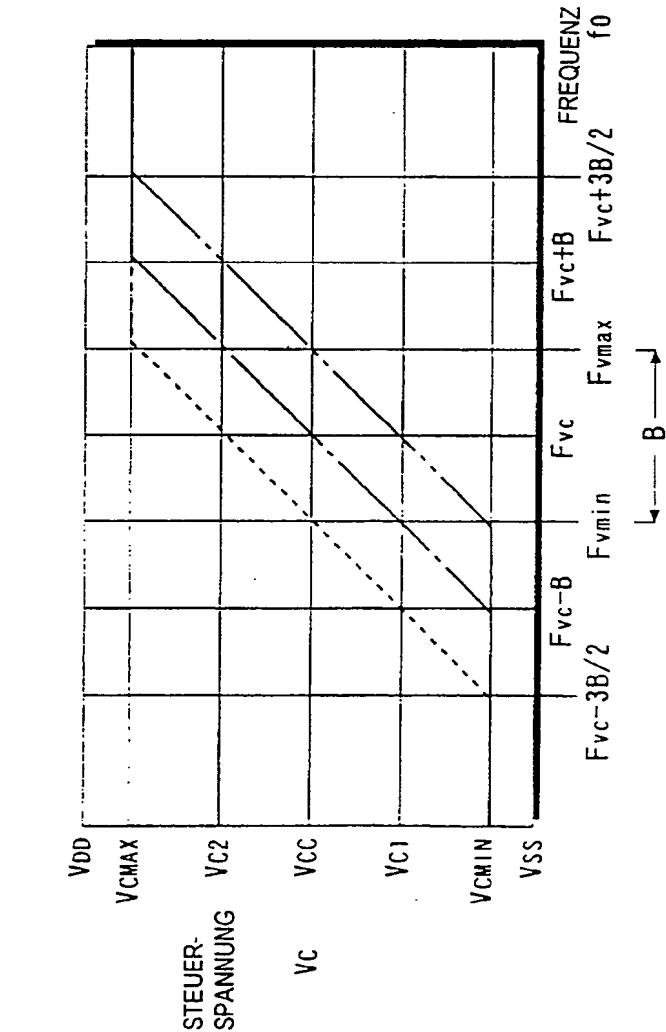
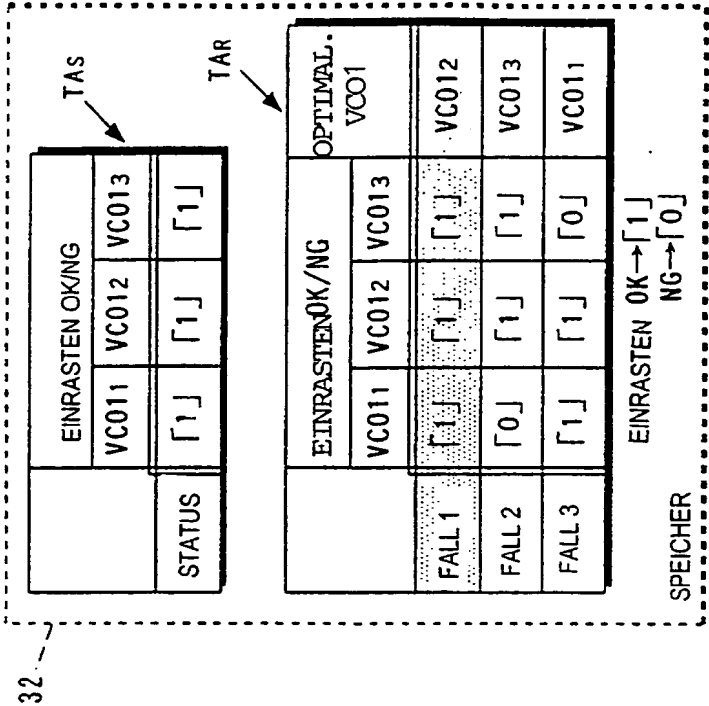


FIG. 5a



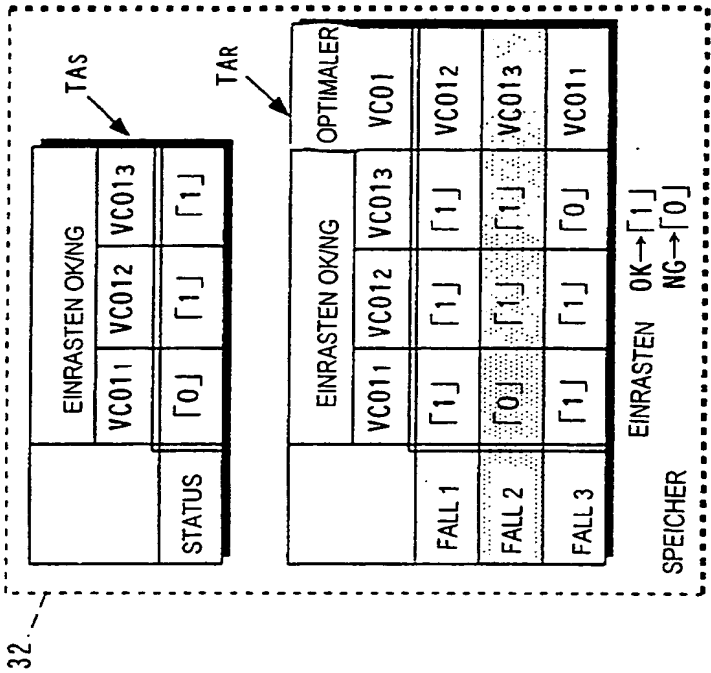
FREQUENZ-f₀-ZU-STEUERSPANNUNG-V_c-
KENNLINIEN ALS ENTWURFSZIEL

FIG. 5a'



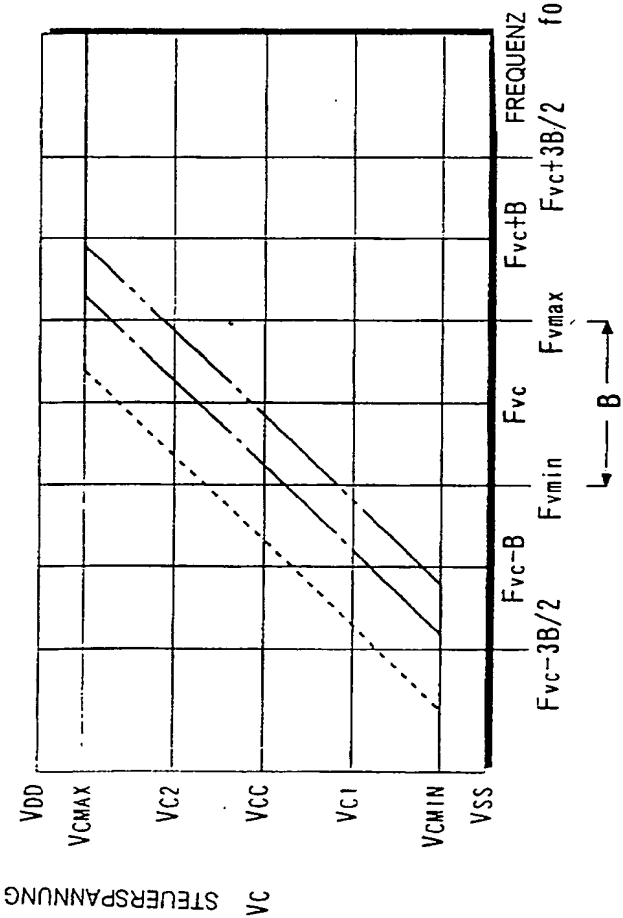
STATUS VON SPEICHER 32 IM FALL VON FREQUENZ-f₀-ZU-
STEUERSPANNUNG-V_c-KENNLINIEN GEZEIGT IN FIG. 5a

FIG. 5b'



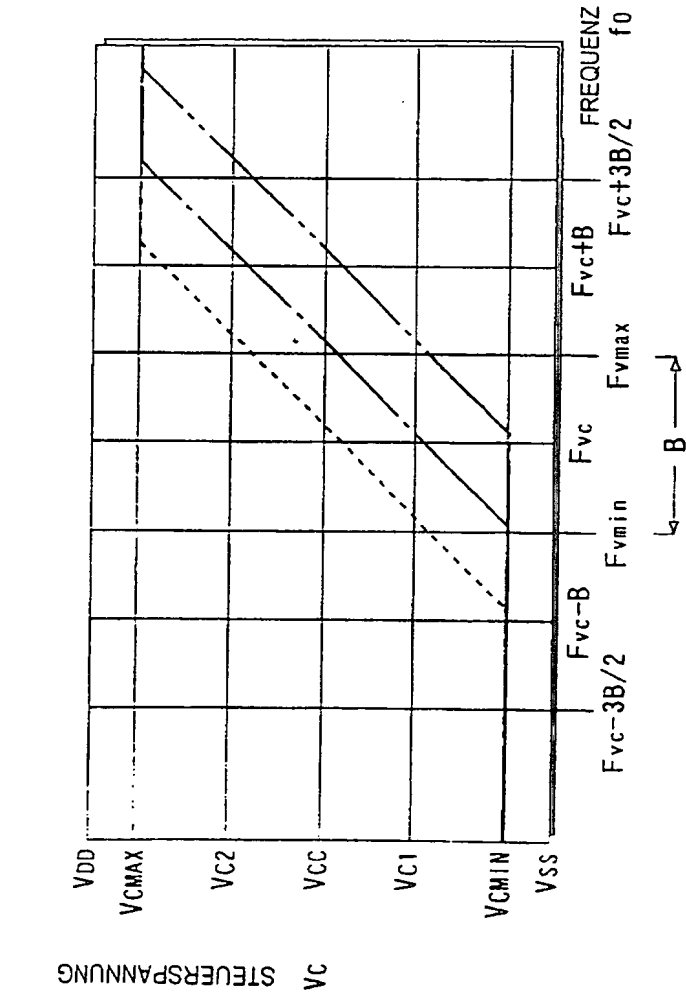
STATUS VON SPEICHER 32 IM FALL DER FREQUENZ- f_0 -ZU-
STEUERSpannung- V_C -KENNLINIEN GEZEIGT IN FIG. 5b

FIG. 5b



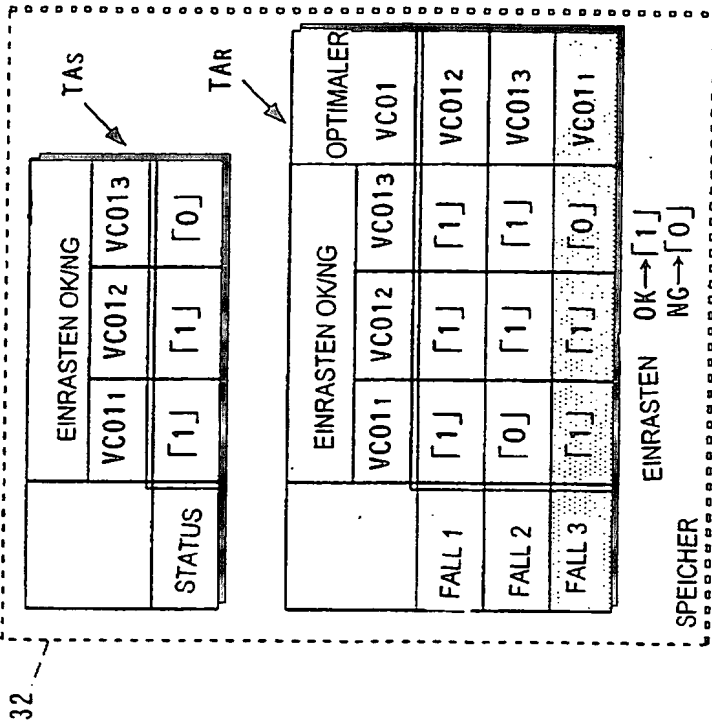
FREQUENZ- f_0 -ZU-STEUERSpannung- V_C -KENNLINIEN,
VERSCHOBEN IN RICHTUNG DER NIEDERFREQUENZ-
SEITE AUFGRUND VON FERTIGUNGSSTREUUNG

FIG. 5c



FREQUENZ- f_0 -ZU-STEUEERSPANNUNG- V_C -KENNLINIEN, VERSCHOBEN IN RICHTUNG DER HOCHFREQUENZ-SEITE AUFGRUND VON FERTIGUNGSSTREUUNG

FIG. 5c'



STATUS VON SPEICHER 32 IM FALL DER FREQUENZ- f_0 -ZU-STEUEERSPANNUNG- V_C -KENNLINIEN GEZEIGT IN FIG. 5c

FIG. 6

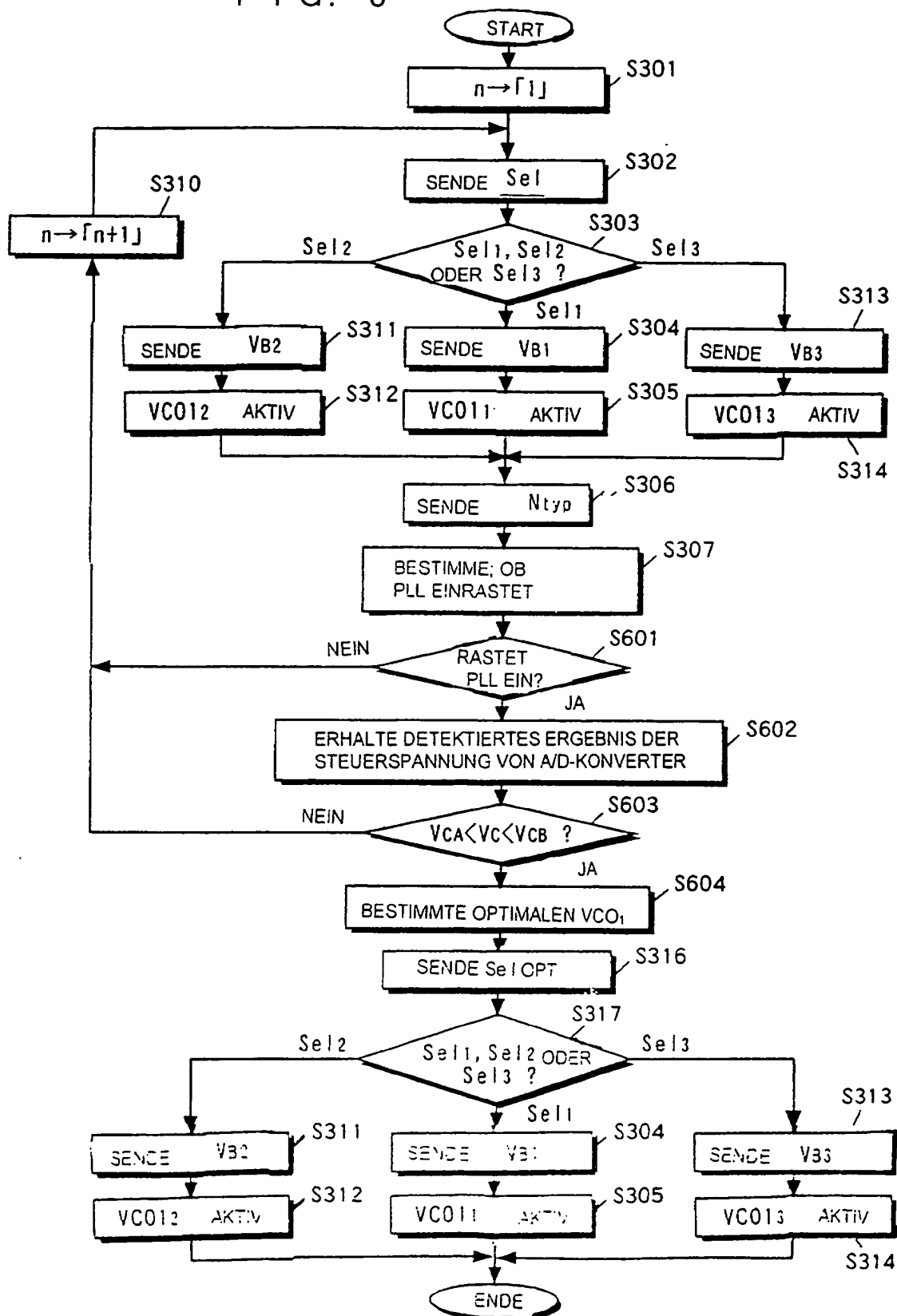
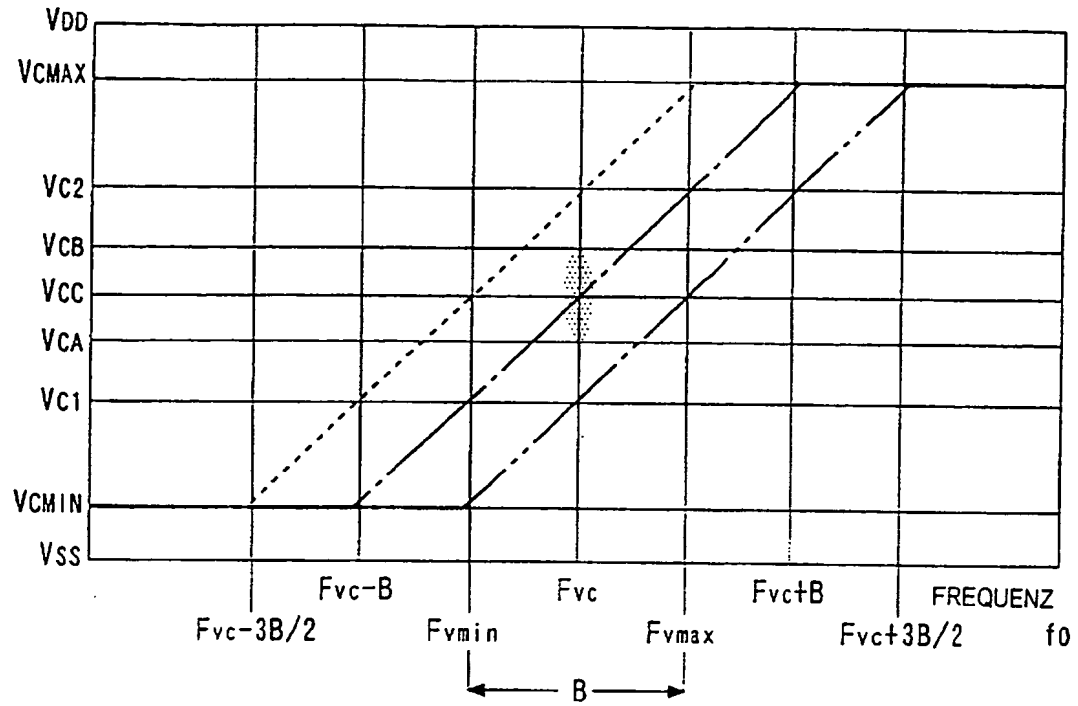


FIG. 7 a

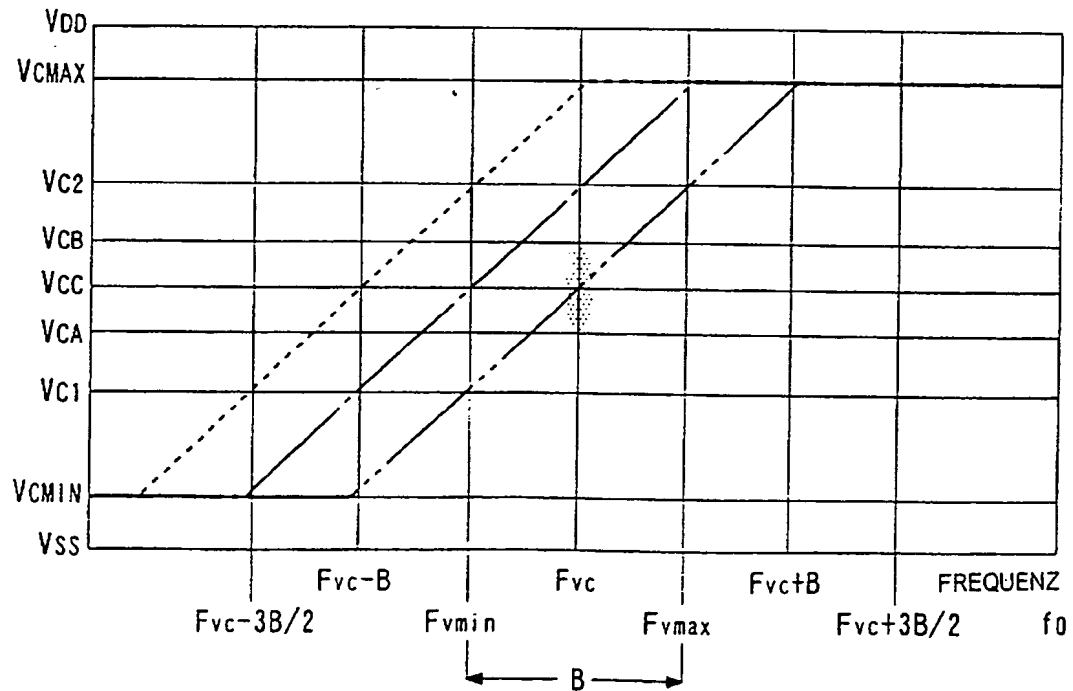
STEUER-
SPANNUNG V_C



FREQUENZ- f_0 -ZU-STEUERSPANNUNG- V_C -
KENNLINIEN ALS ENTWURFZIEL

FIG. 7 b

STEUER-
SPANNUNG V_C



FREQUENZ- f_0 -ZU-STEUERSPANNUNG- V_C -
KENNLINIEN VERSCHOBEN AUFGRUND
VON FERTIGUNGSSTREUUNG

FIG. 8

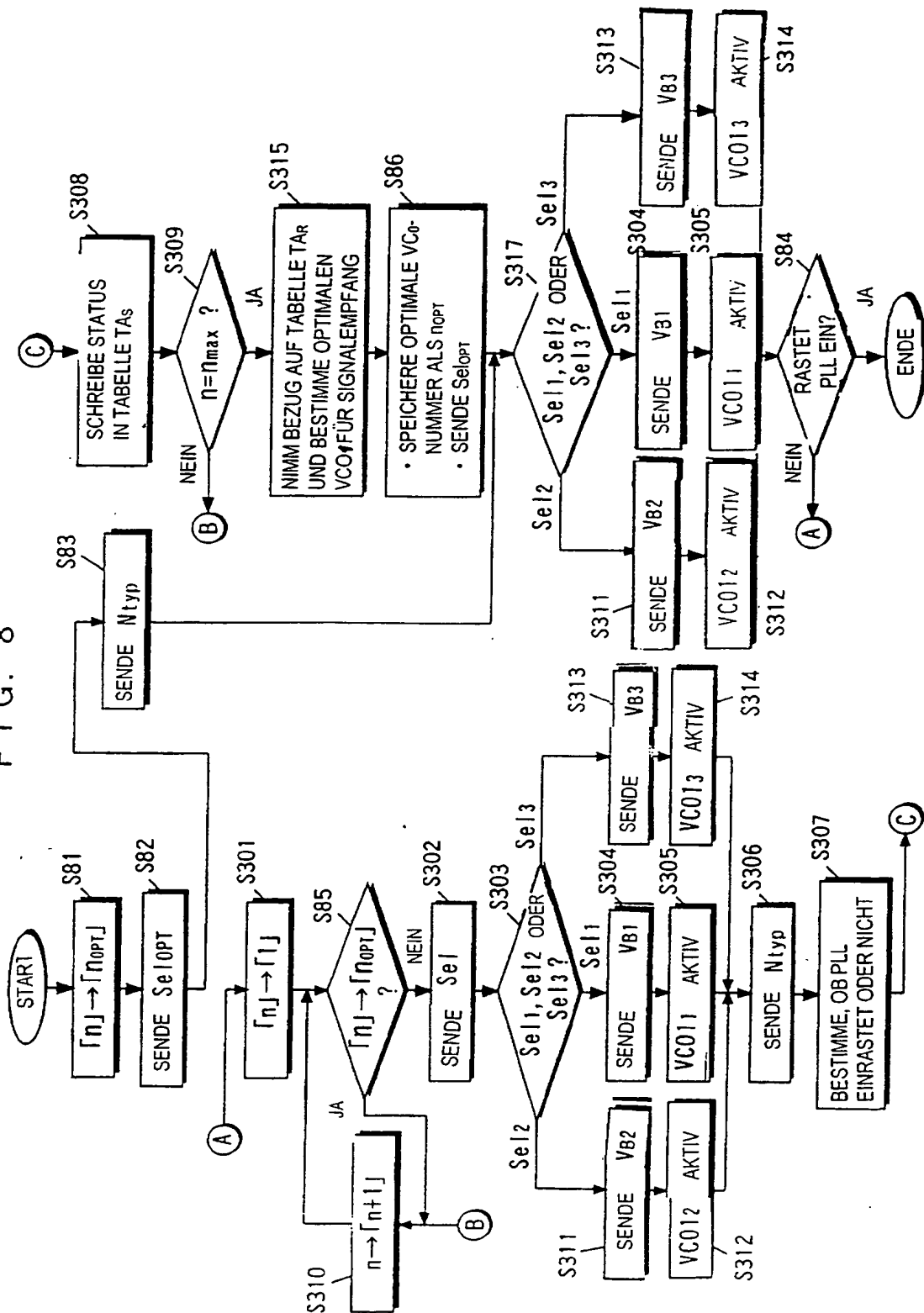


FIG. 9

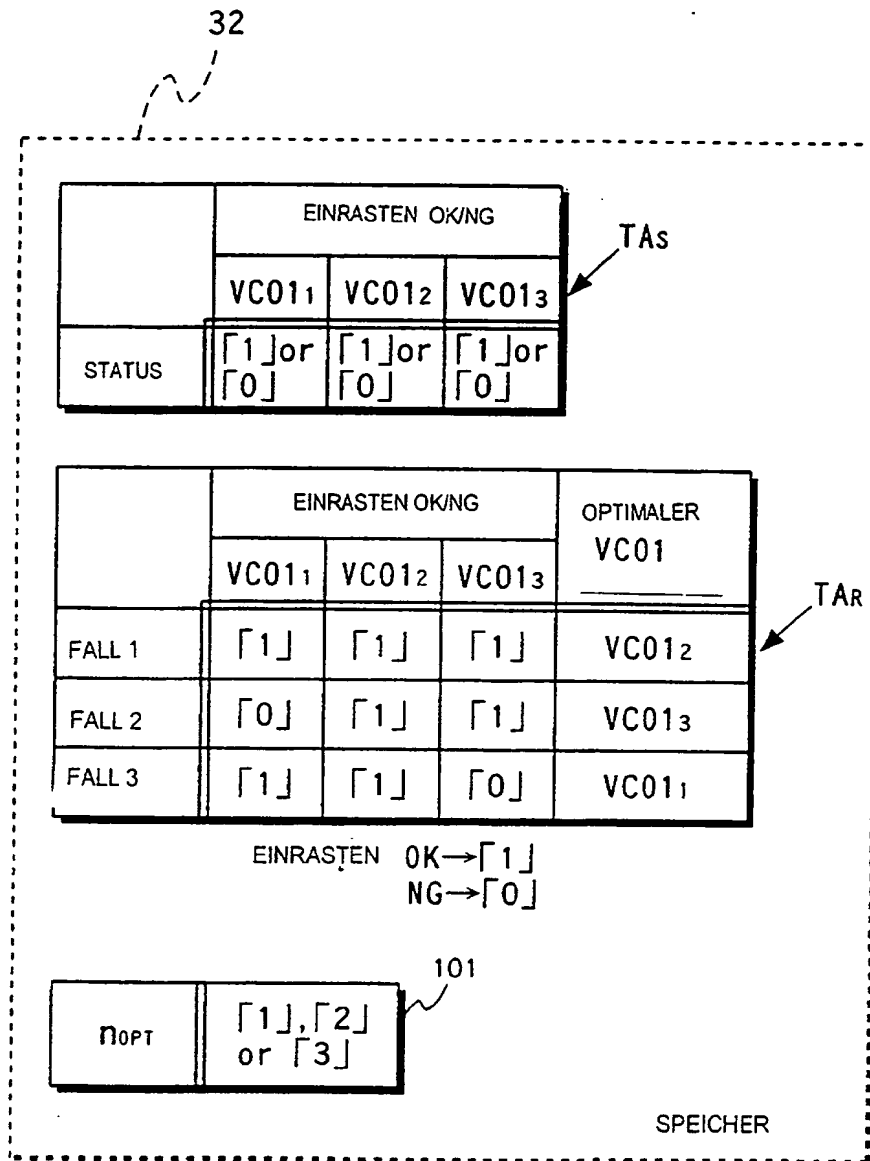


FIG. 11

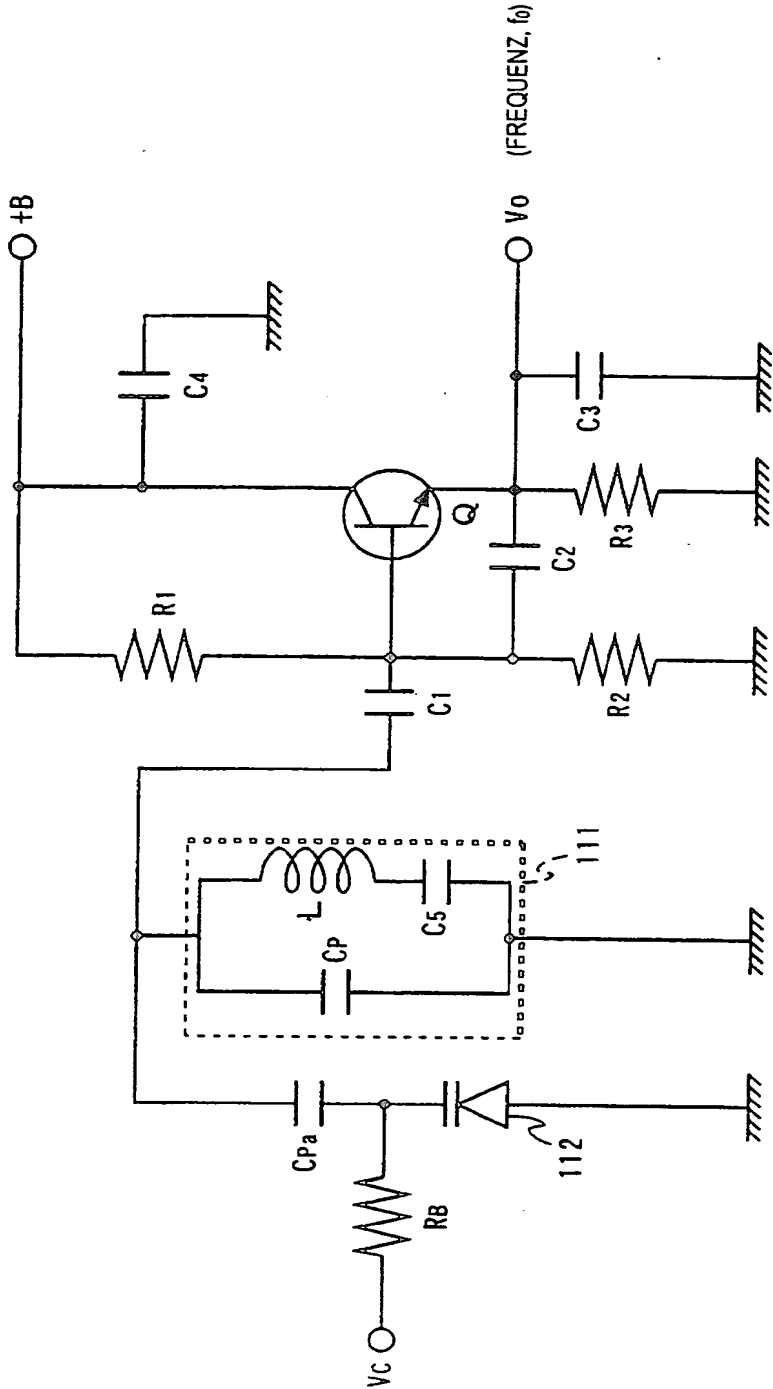


FIG. 12

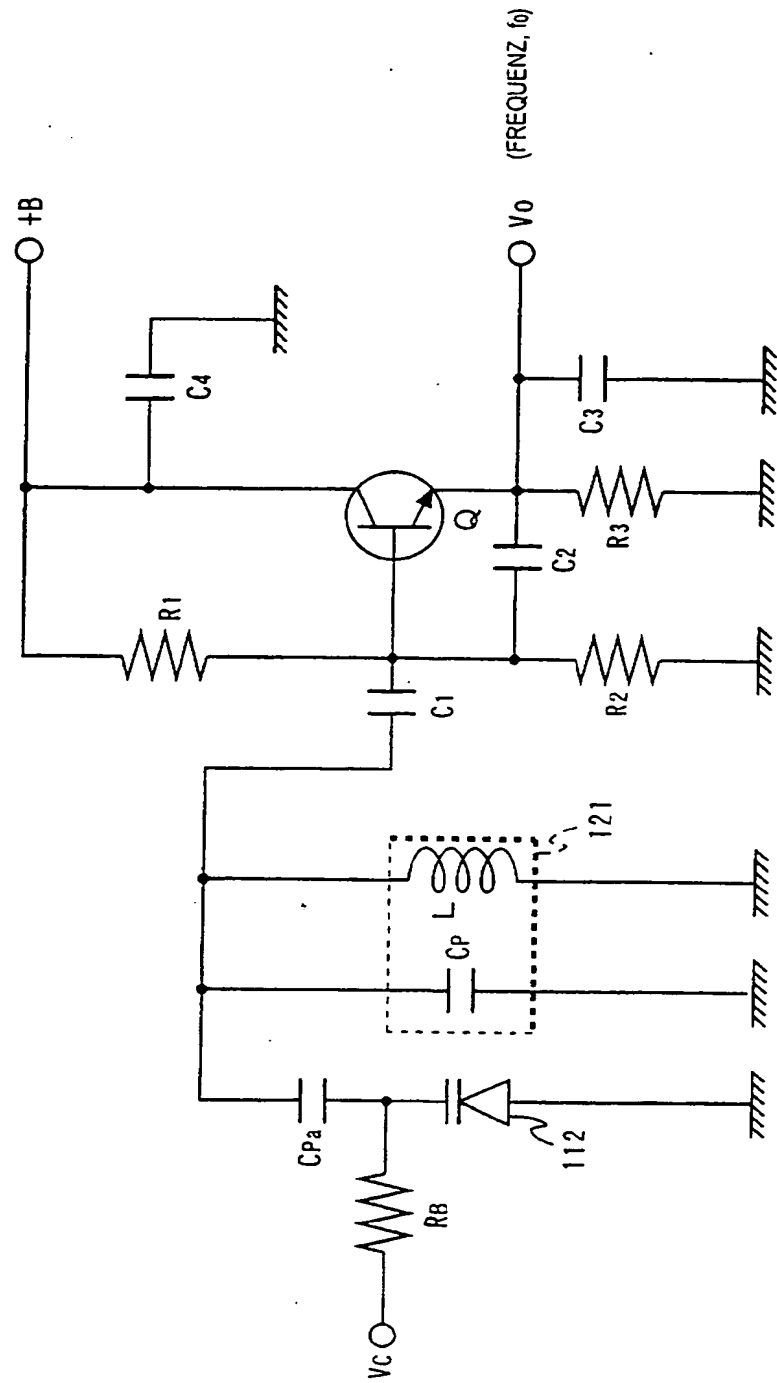


FIG. 13

